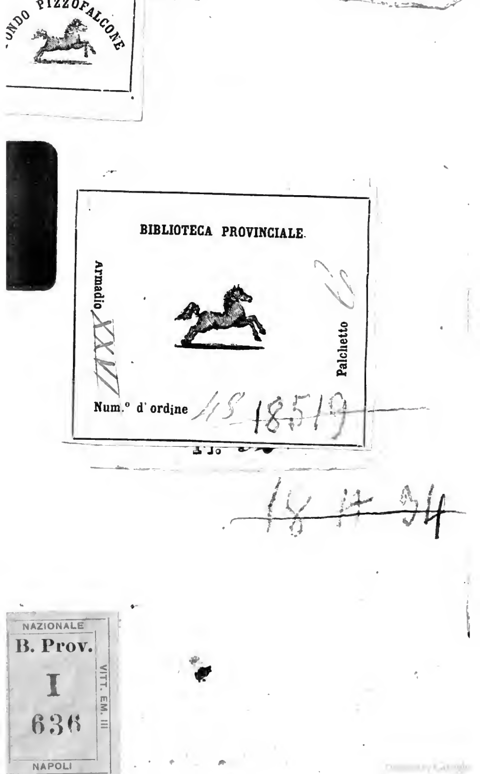

VITTORIO EM. III



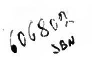
TRAITÉ

SUR

L'HYDRAULIQUE

EXPÉRIMENTALE.





TRAITÉ

SUR

L'HYDRAULIQUE

EXPÉRIMENTALE,

CONTENANT

Les vrais Principes de cette science, déduits du travail de la nature dans les eaux courantes, tournoyantes et ondulantes;

APPLICABLES

A des Travaux propres à détruire sagement et efficacement les atterrissemens qui provoquent les corrosions des berges des rivières, les inondations désastreuses, barrent les entrées des ports maritimes, etc., et éclairés par des Descriptions géographiques, des Notions historiques et un Projet pour l'amélioration du cours du Rhône, devant Lyon.

PAR F. LAHITEAU,
Ancien Ingénieur.

« Dappertuto vi sono dotti e illustri idrostatici
« E dappertuto vi sono, fiumi disordinati,
« Porti interrati, inondazioni... »



DEUXIÈME ÉDITION.

PARIS,

CHEZ DONDEY-DUPRÉ PÈRE ET FILS, IMP-LIB.,
Rue Saint-Louis, n° 46, au Marais,
ET RUE RICHELIEU, n° 67, vis-à-vis la Bibliothèque du Roi.

MD CCC XXVI.



IMPRIMERIE DE DONDEY-DUPRÉ.

CONSIDÉRATIONS

SUR L'UTILITÉ DE L'EXPÉRIENCE

EN HYDRAULIQUE.

NOTIONS GÉNÉRALES.

Les principes de toutes les sciences et de tous les arts, sont fondés sur la théorie et sur l'expérience.

Mais ces deux sources de lumière concourent rarement à un même degré à leur progrès et à leur perfection.

L'hydraulique, en ce qui concerne les eaux-courantes des rivières et des côtes maritimes, qui peuvent fouiller, charier et déposer des matières, échappe aux calculs de la spéculative.

C'est une science encore au berceau, qui est totalement du domaine de l'expérience naturelle.

L'analyse éclaire notre esprit, règle nos idées, rectifie notre jugement, et nous conduit à la découverte de la vérité, par une voie sûre, mais

c'est quand elle est fondée sur des données certaines.

Sans ces données, ou sans leurs analogies, rigoureusement déterminées, l'analyse fausse notre entendement.

Quant aux mouvemens des fluides, il existe dans la nature une loi encore inconnue, qui modifie toutes les formules analytiques.

Voici comme des savans de renom se sont exprimés là-dessus :

« Les formules analytiques ne peuvent pas peindre l'image » sensible du mouvement des fluides. »

L'Abbé Bossut.

« Con maggiore esquisitezza si conoscono i movimenti » delle stelle, che quelli de' fiumi e de' mari. »

Castelli.

« Le mouvement des eaux est un problème qui, envisagé » comme purement géométrique, ne contient pas assez de » données. »

D'Alembert.

« Comment le mouvement des fluides est-il produit? » Comment l'expliquer? »

Deprony.

En effet, comment calculer géométriquement avec des données qui ne peuvent être fournies que par des corps d'une nature inconnue, et dont les mouvemens sont influencés par ceux

d'autres corps, susceptibles de changer de forme à chaque instant.

Des circonstances très-multipliées, d'où résultent des productions, des destructions, des accroissemens et des diminutions de masses coopératrices dans les lits des rivières et sur les côtes maritimes, mettront encore, bien long-temps peut-être, un grand obstacle à une solution satisfaisante du problème du mouvement des eaux.

On peut dire que, sous le rapport de ce mouvement, la théorie n'a jusqu'à présent fait de l'hydraulique qu'une science très-hypothétique.

Le mouvement des eaux des rivières et des côtes des mers, embrasse des rapports dans l'harmonie de la nature, des phénomènes, des ressorts cachés, des jeux d'atomes, des merveilles qui peuvent être hors de la portée de l'intelligence humaine.

Mais, quand le secours de la théorie ne saurait nous faire arriver à une parfaite connaissance de l'action partielle de tous les corpuscules qui agissent dans ce mouvement, l'expérience, fruit d'une longue méditation sur les effets des masses perceptibles à nos yeux ou à notre pénétration, peut nous fournir des données de calculs exacts à nous faire distinguer les vraies causes de ces effets, pour nous garantir de ce que nous croyons être des désordres dans la physique de la nature.

L'hydraulique n'est pas la seule science qui doive beaucoup à l'expérience naturelle.

La médecine retire plus de la méditation des efforts de la nature, contre les causes accidentelles ou graduelles de la destruction du corps humain, qu'à toute analyse sur la circulation des fluides, sanguins, bilieux, électriques, etc.

L'astronomie laisse la connaissance du mouvement de l'air et de la lumière à la physique expérimentale; elle doit tout à l'analyse; mais ses calculs sont bornés, et son front majestueux s'abaisse devant l'expérience du tems.

C'est le tems qui a résolu le problème de la précession des équinoxes......

Le grand Newton décompose la lumière; mais avant Newton, Iris, ou l'Arc-en-Ciel, avait fait des expériences sur le fluide, qui éclaire l'univers, et nous avait montré ses sept couleurs.

Je pourrais étendre ces remarques sur les beaux-arts, comme sur les sciences. Je pourrais par exemple demander que doit la belle architecture à la théorie, de plus que des calculs sur l'équilibre des corps : son génie peut-il être analysé? son vrai beau peut-il être démontré par des squelettes algébriques? non, pas plus que la pensée. La beauté positive et relative dans les productions gracieuses, magnifiques, enchanteresses, se trouve dans la disparité et la fierté des

formes, en harmonie avec la douceur et la régularité des ornemens; mais quel auteur a donné des règles théoriques sur cette beauté?

Des formes grandioses et tranchantes, avec un nombre d'ornemens de goût et uniformes (tels que des colonnes), mis tous à la fois sous l'œil du spectateur, donnent aux monumens beaucoup de majesté et de grâce, et paraissent étendre leur grandeur; mais où sont les règles qui déterminent parfaitement ce charme et cette illusion?

J'ai lu ce que Vitruve et tous ses commentateurs ont écrit sur l'architecture, les mille traités des Serlio, des Scamozzio, des Palladio et autres auteurs italiens; j'ai trouvé de belles pensées dans les ouvrages de nos Blondel, de bien meilleures dans les écrits de Leroi et de Sulzer, de ridicules dans les livres d'un professeur à l'École Polytechnique, qui a osé avancer « que la belle » architecture n'eut jamais pour but de plaire? » J'ai contemplé avec surprise mille absurdités sur les monumens élevés par les Romains, presque toutes imitées sur nos grands monumens de Paris; et j'ai dû, pour m'instruire, consulter les ruines de la Grèce.

Dans ces ruines vénérables, j'ai appris la doctrine expérimentale des Scopas, des Itinus, des Sostrates, des Libon, et d'autres grands génies dont les écrits sont perdus.

Dans ces ruines, j'ai lu que les péristyles ou colonnades donnent plus de vie aux édifices que des rangées de colonnes plaquées contre des murs, parce que, sous les colonnes isolées, les jeux de l'air, des ombres et de la lumière, soutiennent l'intérêt par la variété des tableaux mouvans et pittoresques qu'ils produisent, tandis que l'effet de l'ensemble des formes et des ornemens plaît par la régularité.

Dans ces ruines enfin, j'ai appris que la beauté architectorale réside dans l'équilibre naturel (principe de la solidité), et dans de justes proportions, mais dans des proportions dépendantes de règles, qui sont encore inconnues à presque tous les architectes.

Je dis inconnues parce que Vitruve, ni Vignole, son copiste, ni aucun autre écrivain en architecture qui ait traité de l'intérêt des proportions, n'a nullement connu une théorie sublime des anciens Grecs, qui assure la beauté positive dans tous les édifices, n'importe leur forme, leur grandeur et leur situation (1).

Nonobstant le manque absolu d'une théorie

---

(1) Je publierai dans peu un Traité sur le Vrai Beau de l'Architecture, dont la composition, faite en grande partie sur des terres classiques, m'a coûté vingt-cinq ans de travail, et dans lequel se trouvera des règles claires sur cette beauté positive.



certaine, l'architecture a quelques méthodes, en parties imitées du travail des anciens, avec lesquelles elle commence à se dépouiller de beaucoup de faussetés et d'inutilités, dont elle a été tachée au tems de Rome, et surchargée et étouffée pendant les siècles barbares.

Mais la science des eaux courantes n'a encore acquis, ni de la méditation, ni des bons modèles, aucune bonne méthode.

Le flambeau de l'expérience pouvait guider sûrement les savans, mais ils se sont comme obstinés à le rejeter loin d'eux.

Le manque de connaissances expérimentales sur les efforts naturels des eaux courantes et ondulantes des côtes maritimes, sur la génération des barres devant les entrées des ports et des bouches des grandes rivières, par les influences des localités sur les courans directs, choqués, sinueux, rétrogradés, alternatifs ou intermittens, tient beaucoup à la difficulté qu'éprouvent les savans à se les procurer.

Ces connaissances exigent des déplacemens dispendieux et hasardeux, que fort peu d'entre eux sont disposés à faire.

Les savans ont bien rarement les qualités qui distinguent le voyageur infatigable et le marin intrépide, pour braver le péril sur les points des côtes de mer du plus difficile abord, pour

méditer long-tems, sonder, mesurer, sur des redoutables brisans des flots....., ce qui, cependant, est indispensable avec la théorie.

Des circonstances, qui m'ont fait parcourir souvent de longues étendues de côtes maritimes, en France et dans l'étranger, pour y faire établir des travaux divers, m'ont procuré l'occasion d'y étudier profondément le travail des courans, et de marquer sur des plans l'état des bancs, celui d'autres phénomènes sous les eaux et la cause de leur formation, ce qu'on ne trouve pas dans les cartes marines.

C'est l'abrégé de ce travail de longue haleine, que je rapporte dans cet écrit.

Je regrette beaucoup de n'avoir pu, à cause des frais de gravure, y joindre les plans, car ils auraient singulièrement éclairé les descriptions et les raisonnemens.

CONSIDÉRATIONS

SUR LE MOUVEMENT DES EAUX DES COTES MARITIMES ET SUR LA GÉNÉRATION DES BANCS DE SABLE, DEVANT LES PORTS.

Les eaux des mer ont un mouvement d'ondulation, qui, près des côtes, soulève continuelle-

ment des sables, et un mouvement de translation qui les fait courir.

Le premier mouvement, dit vagues, flots et ondes, considéré au large, et brisans sur les rivages, est commun à toutes les mers.

Le second, dit courant du littoral, est plus ou moins fort, suivant les mers et la situation des côtes.

Sur les côtes de la Dalmatie, dans le golfe Adriatique, le courant du littoral va vers le fond de ce golfe, et sur les côtes de la Romagne et de la Pouille, il va vers son entrée.

Les marins en profitent pour hâter leur navigation; car lorsqu'ils vont de Venise vers la Méditerranée, ils suivent la côte occidentale, et quand ils font voile de Corfou à Trieste, ils longent la côte opposée.

Les courans sur les côtes de la Provence et du Languedoc, vont du levant au couchant, et ceux sur les côtes de Barbarie, vont à l'opposé.

Les courans sur la côte de Normandie, vont de Cherbourg à Boulogne......

De ces courans, que je nommerai directs, et qui serrent et frappent les caps ou promontoires, se détachent devant les anses et devant toutes les rentrées de mer dans les terres, d'autres courans qui vont d'abord verticalement à la direction des premiers, et ensuite courent à l'opposé,

en touchant le fond des anses, et y tournoient, si quelqu'obstacle choque leur cours.

Ces derniers courans sont bien à considérer, parce que leurs effets sont le contraire des effets des courans directs; c'est-à-dire que, si les effets de ces derniers sont la formation d'une barre de sable devant un port sur une embouchure de rivière, de lagune ou de grand étang, qui jette des eaux à la mer, cette barre prend racine à la côte, du côté de l'arrivée de ces courans, tandis qu'une semblable barre, formée par l'influence des courans rétrogrades, ou détachés du courant direct du large, s'enracine du côté opposé par rapport à la même embouchure.

Aux bouches de l'Hérault, de la Seine et d'autres rivières de France, on a exécuté des travaux en mer, dont les effets attestent qu'on n'a fait aucune distinction entre les courans directs et les courans rétrogrades devant ces bouches.

La génération des barres de sable, de galet ou de gravier, devant les entrées des ports maritimes et des grandes rivières, tient à l'inflexion, vers le large, du courant maritime, et au pli vers la côte et vers l'échappée de ce courant, de celui qui sort du continent, *par suite des chocs successifs* entre ces courans.

Or, comme le confluent en mer, par les deux courans, s'écarte de devant les ports, et que leurs

entrées sont mises à l'abri de leur action, il se fait sur elles une précipitation de matières qui courent les côtes.

Ces matières fixées s'accumulent par l'arrivée successive d'autres, et forment une barre qui prend racine au rivage du côté de la venue du courant du littoral, et s'avance en suivant le déplacement du confluent, et jusqu'à ce que les flots aient assez d'action sur leurs extrémités, pour arrêter leur disposition à s'étendre.

Il ne suffit donc pas d'établir en mer des travaux qui coupent ces barres; car elles se reproduisent plus au large par l'effet des mêmes chocs entre les deux courans rencontrés et par leur inflexion.

Des travaux convenables pour détruire à jamais les barres devant les ports, seraient ceux qui maintiendraient le confluent des deux courans sur les entrées, y gonfleraient les eaux, et les y actionneraient pour leur donner une force de corrosion de fond propre à rejeter au large et sur des points que les flots tiennent profonds, toutes les matières entraînées par l'un et l'autre courans.

Rien de plus simple que ces travaux; il est bien étonnant qu'aucun savant n'ait pas encore imaginé de les faire établir sur nos ports infirmes; j'expliquerai leur forme plus bas. De sa faiblesse, occasionnée par son étendue en largeur, le cou-

rant du littoral serait, en plusieurs points rentrans de la côte, incapable de faire courir des matières telles que du galet ou du gros gravier; mais son action est considérablement aidée par l'effet des vagues de la mer, qui les soulèvent sans cesse.

Les travaux qu'on exécute le plus ordinairement en mer pour couper les barres de sable sur les entrées des ports, sont des digues en enrochemens, ou maçonnées dans des encaissemens en pilotages.

Ces digues sont presque toujours doubles, et le plus souvent perpendiculaires au gissement de la côte ; d'un mauvais effet, par une égale longueur, et d'un plus mauvais effet encore quand celle du côté de l'arrivée du courant qui touche la côte est plus longue que l'autre.

Ces travaux deviennent souvent autant et plus funestes que le mal qu'ils attaquent.

La méthode des hydrauliens italiens est un peu moins mauvaise que celle des hydrauliens français; cependant ils n'ont encore fait qu'un demi-pas vers la vérité ; je veux dire qu'ils donnent à beaucoup de leurs doubles digues, sur les bouches de leurs ports, plus de longueur à celle du côté de l'échappée des deux courans confluens ; c'est ainsi que sont celles des ports de Rimini, de Ravenne, de Pesaro, de Fano, de Césène, de Sinigaglia, etc., sur la côte de la Romagne.

Feu M. Delamblardie, ingénieur de mérite, a écrit au sujet des anciennes digues ou jetées établies sur les entrées de plusieurs de nos ports dans la Manche.

« Le sable et le galet, dit-il, qui provenaient de la destruction des falaises que le courant de la côte entraînait avec lui, avaient formé contre les jetées, du côté de l'arrivée de ce courant, des amoncellemens, qui, en augmentant et en s'étendant, doublèrent les musoirs, et encombrèrent les passes, quelle que fut la longueur qu'on leur donna successivement.

Les travaux convenables pour détruire sur toutes les entrées de ports alimentés par des eaux courantes qui sortent du continent, les barres qui les encombrent, et pour prévenir leur reproduction, sont les suivans, dont la disposition est donnée par le travail de la nature sur des mêmes entrées, là où se trouvent des pointes de côtes également disposées que ces travaux, et qui en tiennent lieu.

Du côté de l'arrivée du courant qui longe la côte, qu'il soit direct (ou qu'il suive la direction de ceux du large), qu'il soit rétrograde, ou allant à l'opposé, on fortifie, s'il y a lieu de le faire, par un perré, ou par tout autre ouvrage capable de résister aux effets d'une eau réfléchie et tournoyante, l'angle de la côte, ou rivage formé

par sa direction parallèle au courant du littoral, et par la côte en rentrée du port, sans le besoin d'avancer cet angle vers le large, quelle que soit sa rentrée vers la terre.

Sur l'angle du port opposé au précédent, ou du côté de l'*échappée* du courant du littoral, direct ou rétrograde, on enracine une digue ou une jetée, qui s'avance d'abord directement à la mer, ou perpendiculairement à la côte, juqu'à la rencontre de la barre à détruire, et ensuite se penche un peu en se prolongeant, de manière que son musoir se trouve à peu près devant le milieu de l'entrée du port, et sur un fond de mer nécessaire.

De cette disposition il résulte que le courant du littoral qui tend à frapper l'angle rentrant de la jetée, s'y trouve rencontré par le courant venant du continent; du choc des deux courans, dont l'*échappée est retardée* par la partie inclinée de la jetée, il s'opère contre elle un gonflement d'eau, des mouvemens extraordinaires, des cours en tous sens et des tournoyans, dont les effets sont une corrosion de fond sur l'entrée du port, et un fort élancement des matières vers le large, par la force des eaux actionnées, gonflées, resserrées et mises en chute hors du musoir de la jetée.

On conçoit facilement que, si on établit une telle jetée sur une bouche de port déjà fermée par une barre, elle n'est avancée en mer qu'à fur et à mesure

du travail des eaux sur les matières, et que quelquefois on peut avancer le travail, par un draguage, qui favorisait leur enlèvement par les eaux.

Si une telle jetée, destinée à chasser à la haute mer, devant un port, les matières tirées de la destruction de la barre et celles qui courent la côte, qui descendent du continent, rejette un peu de côté son entrée; elle devient encore, à cet égard, avantageuse, puisque l'inclinaison de son avant-bras la met plus à l'abri des vents du large.

Les ports qui ne sont point touchés par des eaux de grandes rivières, et par celles des grands étangs, lagunes ou grands marais qui sortent en mer par la marée descendante, après y être entrés par la marée montante, et qui ne sont pas en assez grand promontoire sur la mer pour que les seuls courans du littoral et les vagues dispersent loin d'eux toutes les matières chariées, demandent des travaux tout particuliers à leur position géographique. Plus les rentrées de mer, ou les anses qui les forment, sont profondes, plus ces travaux demandent le secours de l'expérience et de la méditation.

Comme il m'est impossible, dans ce petit ouvrage privé de plans, de toucher aux nombreuses remarques que j'ai faites à ce sujet, je me bornerai à parler du port d'Ancône sur l'Adriatique, ainsi privé d'un courant de l'intérieur.

PORT D'ANCONE

(DANS L'ÉTAT PONTIFICAL) ;

SES ANCIENS ET BONS TRAVAUX ; SES NOUVEAUX ET FUNESTES TRAVAUX.

Une très-haute montagne, sur le pied de laquelle Ancône forme un amphithéâtre bien escarpé, forme, en s'avançant en grand promontoire sur la mer, et du côté de l'arrivée du courant du littoral, une baie qui est le port de cette ancienne ville.

C'était, sur l'Adriatique, le port secondaire des Romains. Brindisi était leur premier.

Ces Romains s'entendaient en hydraulique, mieux que nos savans ; je vais prouver la vérité de cette assertion :

Les travaux qui restent des Romains sont un modèle pafait (en petit, à la vérité) de ce qu'il convenait de faire sur une telle localité ; c'est, du côté de l'échappée du courant du littoral, un bras de mole dirigé vers le large, et percé d'arcades pour favoriser autant que possible le passage de ce courant, et

celui des matières entraînées par lui. Ce bras de mole est prolongé par un retour presque à angle droit et sans arcades, pour abriter le port de deux vents sur le golfe, ceux du nord et du nord-est.

Un magnifique arc de triomphe, en marbre blanc, dédié à Trajan, élevé sur ces travaux, fait connaître le tems où ils ont été exécutés.

Sous le pontificat de Clément IV, le gouvernement, ayant eu besoin d'un port abrité, plus spacieux que celui des Romains, fit construire un grand mole qui se lie à l'ancien, et s'avance directement vers le large.

Ce beau mole, dit *il gran'brasso del porto*, était aussi ouvert par des arcades prenant naissance à sa fondation, pour favoriser, ainsi que l'ancien, une échappée des matières hors du port.

Ce mole ne répondit qu'en partie au but qu'on s'était proposé en le construisant, celui d'abriter le port des vents du large. Le petit port des Romains ne fut pris qu'en partie pour modèle, c'est-à-dire qu'on ne construisit point d'avant-bras en retour.

Il m'a été cependant assuré que ce retour avait été projeté, et que son exécution avait été renvoyée à un autre tems, à cause des grandes dépenses faites pour la première partie, et les

dépenses faites d'un très-beau phare qui est élevé sur son extrémité.

Pendant le dernier séjour des Français en Italie, la pénurie des grands ports sur la côte de la Romagne, ou de ports propres à recevoir des frégates et des vaisseaux, avait fait donner à celui d'Ancône plus d'importance qu'il n'en mérite, on y projeta, et on y exécuta en partie, de grands travaux.

Aucun point de côté n'exigeait une plus exacte connaissance de la localité et de celle des environs, avant de projeter, et l'on n'examina rien.

La baie qui forme le port est d'un fond de vase qui a la funeste propriété de pourrir promptement les câbles des vaisseaux.

La hauteur de cette vase est telle que les ancres y chassent dessus, et qu'on est obligé d'amarrer sur les moles.

Une petite rivière, dite *Fiumesino*, dont l'embouchure à la mer est à quatre milles (une grande lieue) d'Ancône du côté de l'arrivée du courant du littoral, fournit cette vase. Son cours, le long de la côte, est très-remarquable du haut des collines qui la bordent, par une teinte noire qu'elle donne à l'eau de la mer, dans tout son trajet, sur cinquante ou soixante toises de largeur, ce qui fait connaître que la quantité descendue par la rivière est considérable; c'était

ce cours de vase qu'il fallait surtout remarquer, et aviser aux moyens de la faire franchir le port, autant que possible.

Mais on a disposé des travaux pour l'y précipiter toute.

Ces travaux sont une grande digue enracinée à la côte du côté de l'arrivée du courant du littoral, ou, pour être plus exact, enracinée aux murs d'un lazaret de ce côté, qui choquait déjà trop ce courant.

Cette grande digue, un peu inclinée vers le port pour l'abriter, changea la direction des courans; arrivés, ainsi que les vases et autres matières entraînées, ils durent rétrograder ou courir directement vers le fond du port, maladroitement mis à l'abri de tout courant, et le combler assez promptement.

Le front du mont d'Ancône, du côté opposé de la nouvelle digue, et mille toises plus avancé en mer qu'elle, devait faire prévoir à toute personne cette fatale rétrogradation du courant du littoral.

Bientôt on vit la ligne des atterrissemens, limitée par l'agitation des flots, s'étendre plus au large; les vaisseaux qui stationnaient quinze jours sur un point, être envasés, et difficiles à en être tirés, tant la précipitation de la vase était devenue forte autour d'eux.

Avant la nouvelle digue, le port était curé par six grandes machines employées journellement.

Après son existence il en fallut bientôt douze, et un grand nombre de petites pour le tenir à sa profondeur.

J'oserai dire que si j'eusse été chargé, en 1807, année qu'on projeta la funeste jetée, de faire exécuter au port d'Ancône des travaux destinés à déterminer sur lui la précipitation de toutes les matières entraînées par les eaux, je n'aurais su imaginer pour cela rien de mieux qu'une telle digue.

Il fallait au port d'Ancône un retour à son grand mole.

Avec ce travail on aurait eu à Ancône le grand port militaire qu'on désirait, un port d'une facile entrée et abrité de tous les vents du large.

Le courant du littoral, en continuant de toucher, dans son cours direct, le milieu et le fond du port, et en s'échappant par les ouvertures en arcades au pied des moles, en aurait fait sortir beaucoup de vase de la quantité qu'il y apporte.

Le reste en aurait été enlevé comme par le passé, avec cinq ou six machines à curer.

CONSIDÉRATIONS

SUR LE MOUVEMENT ET LES EFFETS DES EAUX DANS LES LITS DES RIVIÈRES, ET MOYENS SURS POUR PRÉVENIR OU POUR ARRÊTER LEURS DÉSASTRES.

TOUTES les rivières ont un régime de lit, qui est une grande expérience de la nature.

Ce régime n'est autre chose que le rapport exact de la vitesse et de l'action des eaux, avec la nature et la disposition des terrains baignés.

Du choc de la première puissance et de la résistance de la seconde, il résulte une équilibre de force qui, à la longue, donne aux lits des rivières, et à tout autre bassin d'eau courante, une section naturelle.

Cette section (hors des berges et des fonds incorrosibles) est la mesure numérique du régime.

Rien n'est plus facile que de reconnaître le régime de lit d'une rivière. Il suffit de la profiler sous son étiage en plusieurs endroits.

Je crois cependant qu'aucun savant ne s'en est encore occupé.

Cette négligence a fait écrire à l'un d'eux (M. Dubuat) : « Les voyageurs instruits qui ob-

» serveraient avec soin le rapport inconnu de la » vitesse des eaux avec la nature et la section de » lits, rendraient un grand service à la science. »

On a souvent pris pour le régime de lit d'une rivière, un prétendu régime de vitesse, et les calculs faits sur lui ont multiplié erreurs sur erreurs. Un régime de vitesse n'existe point dans les rivières naturelles, parce que toutes les parties de leurs lits ne sont pas parfaitement homogènes; ni d'une égale consistance, et, comme à chaque instant des causes particulières augmentent l'action du cours sur des points, et l'affaiblissent sur d'autres, il résulte des variations infinies de vitesse.

On ne peut donc pas admettre la vitesse de l'eau d'une rivière pour donnée d'un calcul exact; car il faudrait connaître les vitesses différentes de mille et un filets d'eau dans la section d'un lit et le rapport de la vitesse de chaque filet, ou de tous les points de la section avec celle de tous les autres points.

Il n'en est pas de même du régime de lit, résultat de l'équilibre entre l'action de tous les filets d'eau vive et la résistance du terrain baigné.

La connaissance de ce régime conduit à celle des causes des différentes sections de lits d'une même rivière, de la fixité et de la variation de ces sections.

Le mouvement de translation des eaux des rivières tient, ou à la pente des lits ou à une pression par une arrivée de nouvelles eaux, qui décident des gonflemens, c'est-à-dire par des chutes sur des points de fonds de niveau.

Les corrosions des berges, les encombremens et autres désordres des lits sont le résultat d'une action extraordinaire de cours sur des points particuliers, dont il convient de bien reconnaître la cause.

Si dans un lit de rivière composé de matières homogènes, aucune cause accidentelle n'oblige les eaux à y bricoler ou à tomber d'une berge sur l'autre, elles y conservent leur *filòn* ou fils de plus de vélocité, et y tracent une section qui a la figure qu'en géométrie on nomme la chaînette, ou la figure que profile une chaîne suspendue par les deux bouts.

Puisqu'on remarque dans un tel profil naturel des berges très-inclinées, il est certain que les berges verticales établies par l'art, sont des opérations contre nature, et que celle-ci détruit, si elles ne sont incorrosibles.

Un corps dur tombé dans l'eau, ou arrêté par son poids, près d'une berge, amoncelle autour de lui une partie des matières entraînées par le courant; bientôt l'augmentation successive du dépôt attaque le régime de la rivière, gonfle le

fluide sur cette berge, et le dispose à tomber, ou à s'élancer vers la berge opposée.

Quand le filon est une fois lancé vers une berge, les eaux s'y élèvent dessus, par l'effet d'un retard de cours qu'un trajet oblique et plus long occasionne, ou par suite de la pression des eaux qui suivent immédiatement les premières retardées.

Un gonflement extraordinaire par les eaux sur une berge, tend à corroder son pied, par plus de pression verticale, et par des mouvemens tournoyans, qu'elles prennent sous les points de choc et sous les points de convergence du cours, mouvemens qui précipitent avec force des colonnes vers le fond, où elles ont à travailler pour se dégager de dessous les tournoyans.

Cette précipitation de colonnes d'eau est particulièrement remarquable par l'immersion des corps flottans qui passent sur les tournoyans; les personnes qui se baignent sur les rivières ont soin de les éviter.

Plus les eaux sont choquées, retardées et gonflées sur un point, plus elles prennent de hauteur, et plus elles y tournoyent et y fouillent, si le fond est corrosible. Donc les digues, les épis, les éperons, les quais et autres ouvrages de défense avec des paremens d'à-plomb, ou de peu de fruit, ne tendent à produire sur les eaux désordonnées d'autre effet que de les fixer sur leur

pied, qu'elles fouillent, s'il y a prise, ou de fixer contre eux le point de bricole du filon.

Cependant la presque totalité des travaux d'art qu'on exécute pour arrêter les corrosions des berges, ou pour changer le fil de bricole du filon, sont avec de tels paremens vers les eaux.

Écoutons là-dessus le dire erronné de quelques hydrauliciens modernes.

« C'est que les eaux courantes aiment et cher- » chent les pieds des montagnes et d'autres corps » durs.

» Les corps incorrosibles ne réfléchissent point » les eaux courantes, parce que ces eaux ne » prennent aucun ressort ou élasticité sur leur » point de choc. » Il faut savoir que les rivières suivent ordinairement les collines et les montagnes, parce que dans l'origine de la formation de leurs lits, la rencontre de ces aspérités a empêché les eaux de s'étendre autant qu'ailleurs, les a gonflées contre elles, et obligées de creuser à leur pied.

Ce que les eaux cherchent, ce sont les profondeurs; et si, dans une rivière, deux berges opposées étaient, l'une en rocher très-incliné, et l'autre en terre, à face très-escarpée, contre les eaux, le filon supposé vers le milieu du lit, (et même sur le glacis du rocher) serait bientôt réfléchi vers la berge en terre.

Les eaux gonflées sur des défenses ou berges naturelles à talus très-inclinés, y prennent une disposition à glisser ou à tomber du côté opposé, ou vers le milieu du lit.

C'est donc la forme des berges ou des travaux qui attire ou qui écarte d'eux les eaux courantes.

En voici deux exemples, l'un pris en France, l'autre en Italie :

Les quais de Lyon, devant le grand hôpital bâti par Soufflot, manquaient d'un cours d'eau pour les débarrasser de dépôts d'immondices fétides et insalubres, dont ils étaient encombrés. Qu'a-t-on fait pour baigner ce quai par quelques eaux du Rhône? On a construit sur la berge opposée une très-grande digue en maçonnerie, présentant un parement vertical au filon du fleuve qui était de ce côté.

On avait espéré que cette digue, avancée jusqu'au milieu du fleuve en forme d'éperon, réfléchirait le filon vers les quais infectés de l'hôpital; mais il en fut autrement, toutes les vives eaux se fixèrent plus profondément sur son pied, et tournèrent son musoir pour attaquer la berge derrière elle.

A cet inconvénient inattendu, il s'en joignit un autre; les eaux, violentées et plus concentrées, durent, au tems des crues du fleuve, opérer une

très-forte action sur deux seules piles du grand pont de la Guillotière, et en saper les crêches.

Enfin cette digue a provoqué et provoque journellement des désastres.

Sur les bords du Tagliamento (dans le Frioul), on avait placé, en 1811, de grands éperons en charpente pour défendre une petite ville, dite Latisanna, qui était menacée par les eaux de ce torrent terrible.

En peu de tems cette ville fut à moitié emportée par l'effet de ces travaux.

Je vis, en arrivant dans le pays, un spectacle bien effrayant : le fleuve-torrent, qui avait crû considérablement la nuit, abattait les maisons par douzaines en un instant ; quantité de malheureux flottaient sur des bois, sur des meubles, sur des lits, et étaient emportés bien au loin, en une seconde, par la rapidité des eaux ; on n'entendait qu'un instant leur cri de désespoir.

Que convenait-il de faire après un si affreux événement ?

Abattre en grand talus la berge sapée dans son pied, et la fortifier par des jetées d'enrochemens étendus, et à former un plan très-incliné.

Que fit-on ? on voulut encore tenter de défendre la berge par des files de pilotages, à former des éperons semblables à ceux que les eaux

avaient emportés, et qui avaient occasionné la sape de la ville.

La génération des bancs dans les rivières est aussi digne de remarque :

Lorsque sur une berge, un obstacle naturel ou artificiel, qui est opposé au cours des eaux, n'a qu'imparfaitement fixé le filon sur lui, ou qu'après quelques fouilles décidées par le gonflement, la nature du pied de l'obstacle, sous les eaux choquées, se trouve de roche ou d'argile, au point de ne plus permettre de fouille, il arrive que les crues de la rivière étendent l'action des eaux jusqu'à la berge opposée à l'obstacle, à laquelle tient ordinairement un atterrissement ou dépôt de matières (car presque toujours un tel dépôt se trouve en face d'une berge sapée); et si la berge qui est contiguë, et au-dessus de l'atterrissement, présente quelqu'escarpement, elle produit l'effet des digues choquantes. Les fouilles faites sur son pied y forment un canal, et l'atterrissement reste un banc isolé.

Si ensuite le fond de lit sous le nouveau canal est d'une nature à favoriser des fouilles plus profondes que celles que les eaux gonflées par l'obstacle ont pu opérer sur son pied, le filon est porté sur ce canal, et le banc se porte au milieu de la rivière ou au-delà.

Ces expériences naturelles, qui sont très-multipliées sur les rivières, font connaître à l'art que, pour porter un banc ou un atterrissement d'une berge à l'autre, il faut couper le plus verticalement possible le pied de la berge près de laquelle sont ces dépôts, afin d'attirer les vives eaux sur elle, et abattre, et couvrir, s'il le faut, par des défenses en grand talus, la berge corrodée par le filon.

Ces défenses peuvent souvent être en menus branchages secs, étendus sous des traverses assurées par des piquets à tête sans saillie, sur le glacis donné à la berge.

Les talus très-inclinés, revêtus par des perrés, sont ceux qui chassent ou réfléchissent le plus promptement le filon des eaux.

L'usage de défendre les berges par des plantations en saules et autres arbres, est ordinairement plús nuisible qu'avantageux.

Au tems des crues, chaque pied d'arbre ou d'arbrisseau, choque un filet du courant; il se fait autour de lui une fouille proportionnée à sa grosseur et au gonflement d'eau qu'il a décidé.

La multiplicité des fouilles par le nombre de points choquans, détruit la solidité du dessus de la berge, attire plus d'eau, et, si la végétation des racines de ces arbres ou arbrisseaux les a éten-

dues, et a remué le fond, le tout donne prise à de grandes destructions.

Faute de telle remarque, bien des personnes sont restées étonnées de voir des plantations, établies pour défendre des berges, être emportées par des eaux corrosives, ainsi que des terrains bien solides derrière elles.

Quand des corps qui choquent verticalement le filon des eaux, ont décidé la sape d'une berge, sa corrosion continue tant qu'elle présente un bord escarpé.

Les berges naturelles ne gagnent en consistance que par une longue fixité des matières qui les composent, ou par les effets d'une longue gravitation.

Il faut donc en écarter tout ce qui tend à mouvoir leur intérieur, c'est-à-dire toute plantation à longues racines.

Le gazon peut être employé pour maintenir les surfaces des berges contre les cours des fortes eaux pluviales, qui pourraient les raviner.

La nature nous montre distinctement sur les rivages des mers, comme sur les berges des rivières, le travail des eaux au pied des corps qui choquent leur mouvement.

Quand les vagues de la mer se retirent du rivage, après s'y être étendues dessus, elles forment

des courans, et découvrent des glacis de sable, plus ou moins mêlés de dépouilles de différens testacés.

Chaque coquille, qui n'est engagée qu'en partie dans le glacis de sable, ou qui surmonte un peu son plan, fait voir une fouille autour d'elle.

Il en est de même de chaque caillou, morceau d'argile, bout de bois et autres corps engagés en partie dans de tels glacis de sable ou de terre.

Les terrains ravagés par des eaux de rivières, qui sont sorties de leurs lits (qu'ils aient été ensablés ou non ensablés par le débordement), présentent après l'écoulement des eaux les mêmes effets que ceux remarqués sur les rivages des mers.

Ces remarques pourront paraître petites aux yeux de nos savans; mais elles sont susceptibles de grandes applications.

Tout est leçon, tout est merveille, tout est modèle dans la nature.

Les parties de lits des rivières qui sont de nature homogène, maintiennent ordinairement le filon des eaux dans leur milieu, et dans une section qui est (comme je l'ai déjà dit) profilée par la *chaînette;* mais les parties d'une composition hétérogène, profilent une autre section qui montre le filon plus appuyé sur une berge que sur l'autre, à égale forme et inclinaison, et du côté

de celle qui par sa nature donne plus de prise aux eaux pour corroder et pour fouiller.

Après un grand examen de la nature des terrains baignés (berges et fonds de lits) et de l'action du filon des eaux, il est aisé de calculer les talus à donner à chaque berge.

Plus l'action du cours d'une rivière est grande, moins les travaux d'amélioration des berges doivent être saillans ou choquans.

Des éperons seront toujours désastreux dans le Rhône et dans les torrens d'une grande rapidité de cours. Le filon des eaux du Rhône, dont la vitesse est, au tems de ses crues, de six pieds par seconde, a la force de faire courir du gros gravier, sur la faible pente d'un pouce pour trente toises.

Le filon du Pô (en Italie) parcourt, au tems des crues de ce grand fleuve, huit pieds par seconde, et fouille l'argile sous ses points de bricole, ou de convergence; j'ai même reconnu cet effet au-dessous de Ferrare, où son lit est sans pente.

Le filon du Tagliamento peut parcourir dix pieds en une seconde, lors de ses plus grandes crues.

Les travaux à influencer, de quelque manière, le cours des eaux des rivières, doivent être calculés et disposés non-seulement sous le rapport

de l'état de la nature des localités sur lesquelles on veut les établir, mais encore en raison de la *disposition* qu'ont les eaux à charier des matières, et des *pentes* des lits, que le tems a modifiées, particulièrement aux approches des confluens en mer.

Les pentes des lits sont bien à considérer; des travaux à choquer les eaux vives d'une rivière, d'une pente de lit de première origine, ou d'un lit bien encaissé dessous le niveau des champs, ne produiront qu'un effet local; mais des travaux sur une partie de lit sans pente, soutenu au-dessus des champs voisins par de hautes chaussées élevées par l'art, peuvent décider nombre de désastres sur le lieu de ces travaux, et sur de grandes longueurs de lit au-dessus d'eux. La moindre violence faite au cours des rivières là où leurs fonds ont été élevés, provoque un retard d'écoulement, des gonflemens et des débordemens d'eau.

Plus les eaux d'une rivière ont de vélocité de cours, moins son lit en plaine a de pente.

L'expérience prouve cette vérité, contre l'opinion d'un grand nombre d'hydrauliciens, et même contre celle du grand maître Guglielmini, « che fù il fondatore illustre della scienza de' » fiumi, il quale insegna che la pendenza è piut- » tosto effetto che causa della velocità (Artico). »

Les eaux qui fouillent, soit en raison d'un sur-

croît de vitesse, soit en raison d'un gonflement de cours, n'ajoutent à la pente que dans les parties fouillées, tandis que les matières enlevées et entraînées par les courans, forment des dépôts plus bas, qui tendent à la détruire.

C'est sur toute la longueur d'un lit en plaine, qu'il faut considérer les effets d'un surcroît d'action donné aux eaux d'une rivière.

Des travaux funestes ou bienfaisans, sur un point, peuvent souvent être nuisibles ou avantageux à un nombre de propriétés riveraines, éloignées de ce point.

Pour ramener les eaux vives sur une berge, on ne peut pas toujours donner à celle opposée cette grande inclinaison, dont j'ai parlé, pour atteindre ce but, particulièrement dans les traverses des villes où les deux bords d'une rivière peuvent être couverts de travaux d'art; alors on peut, pour maintenir des courans sur tous les deux, employer le moyen suivant (lequel serait propre pour bonifier le cours du Rhône devant Lyon).

Placer au milieu du lit un encaissement en pilotis et palplanches, qui aurait la figure d'une ellipse, plus ou moins alongée suivant l'étendue de l'une ou des deux berges à nétoyer d'alluvions ou d'immondices, et ouverte provisoirement à l'amont, pour que cet encaissement se remplisse de matières qu'il arrêterait.

En établissant cet obstacle au milieu de la rivière, (dont la largeur serait déterminée, de manière que les deux sections sous l'étiage, qu'il laisserait de deux côtés, égaleraient la section du régime de lit) on fortifierait ses berges, si elles ne l'étaient pas par des travaux d'une direction parallèle au cours des eaux, et on détruirait toute digue et autre objet choquant, avançant sur ces berges.

Avec quelque secours de l'art, bientôt l'obstacle serait converti en une jolie île, qui pourrait être verdoyante au tems des eaux ordinaires, et franchie par les eaux des crues, qui trouveraient alors un débouché suffisant.

Dans un tel travail, il ne s'agirait que de calculer avec justesse le débouché des unes et des autres eaux; celui des eaux ordinaires, pour que les deux canaux soient assez resserrés pour empêcher tout dépôt de matières entraînées, et celui des eaux des crues, pour que l'élévation de l'île ne le fût pas trop, pour leur donner trop d'action sur les berges, ou contre les quais.

L'idée de prendre pour modèle d'un travail de rivière un banc ou une île basse, que les grandes eaux franchiraient, est encore donnée par la nature; ne semble-t-il pas que cette bonne mère a un but en formant de tels établissemens? Celui de prévenir que les eaux des crues ne ravagent des terres destinées à l'agriculture. Eh! pourquoi dou-

terions-nous de ce but? contemplons l'harmonie du mouvement des astres; la naissance de tant d'animaux, à laquelle le savoir-né préside; cet arbre des déserts brûlans de l'Afrique, qui, pour arroser ses racines, ouvre ses dix mille mains pour recevoir la rosée du ciel; ce transport merveilleux sur les sommets des montagnes, des eaux des rivières déjà écoulées à la mer......

Des doubles quais sur une rive dans une traverse de ville, et dont le plus avancé est beaucoup plus bas, peuvent également être établis pour obliger les eaux vives d'une rivière à baigner ses deux berges; mais des bâtisses avancées peuvent aussi s'y opposer.

D'ailleurs les doubles quais sur une berge ont des inconvéniens. Ils gênent le hallage de bateaux pendant les crues, et obligent à des nétoyages du pavé, sur les quais bas, après l'écoulement de ces eaux.

Diverses causes peuvent modifier la pente de lit d'une rivière sur sa longueur en plaine.

Voici les trois principales :

1° Les dépôts de matières sur la partie inférieure de son lit, qui sont fouillées et descendues de sa partie inférieure;

2° L'opposition au cours des eaux riveraines par le reflux des eaux des mers qui ont des marées;

3° La croissance des eaux de quelques mers.

REMARQUES

SUR LA CROISSANCE DES EAUX DE L'ADRIATIQUE, SUR SES MARÉES, SUR SES VENTS RÉGNANS, etc.

La croissance des eaux de l'Adriatique est témoignée par un grand nombre de vestiges d'anciens travaux d'art, aujourd'hui submergés.

Devant Grottamare, dans la Romagne, près la frontière Napolitaine, j'ai vu, à quatre cent toises en mer, des murailles en pied, en grande partie sous les eaux, qui sont les restes d'une ancienne ville (1).

Des mêmes ruines sont encore en mer, à deux ou trois milles au-delà de la petite ville dite *Porto di Fermo*.

Dessous les atterrissemens, par un nombre de rivières qui se jetaient dans les lagunes dites de

(1) Des gens du pays m'assurèrent, *de la meilleure foi du monde*, que la ville submergée existait anciennement sur le sommet d'une montagne détachée de celles qui longent la côte, et qui, *en glissant* sur sa base, avait fait descendre cette ville dans la mer, *sans en renverser les murs.*

Commachio, de Venise et de Marano, on trouve, à neuf et à douze pieds sous le niveau des eaux de la mer, des restes de l'antique route des Romains, qui était connue sous le nom de *Via Æmilia*, laquelle prolongeait la Via Flaminia, depuis Rimini (1), jusqu'à Aquileia, en passant par les antiques villes de Ravenna, d'Adria, d'Altino (2), de Concordia et d'Heraclée (3).

---

(1) Deux monumens d'architecture, bien dignes de remarque, se trouvent à la jonction de ces deux routes romaines dans Rimini; ils sont dédiés à Auguste et Octavia, sa sœur. L'un est un bel arc de triomphe en marbre, qui sert de porte de ville, ayant, comme la porte St-Denis, une très-grande arcade. L'autre est un grand pont également en marbre, de cinq arcades, qui conserve encore ses parapets de première origine, sur lesquels on lit le décret du sénat qui dédie ce pont à Auguste. Il est construit sur la rivière dite aujourd'hui la Marechia, à quatre lieues au-delà du Rubicon, rivière si fameuse dans l'histoire de Rome, par l'ordre que César donna à ses troupes de marcher sur cette ville.

(2) Martial comparait la beauté des édifices d'Altino ou Altinum à ceux de Bayes. « *Æmula Bajanis Altini littora villis.* » Il en trouvait le séjour si délicieux, que, s'il eût été en son pouvoir, il y aurait passé le reste de ses jours. Bayes (aujourd'hui Puzzuolo) renfermait les plus magnifiques maisons de campagne des Romains.

(3) Héraclée (ancienne Opitergium) fut détruite par Lothaire, roi des Lombards. L'empereur Héraclius, qui l'avait relevée, lui avait donné son nom.

En 1810, on découvrit dans les lagunes de Venise, près de l'île St-Georges (1), où l'on avait desséché, pour fonder des murs d'un port franc, une grande étendue de pavé en beau mosaïque, à neuf pieds sous les basses eaux de la mer.

Le sol de l'église de St-Marc de Venise est à trois pieds en contre-bas de celui de la belle place qui est devant cette église; et j'ai vu les eaux de la mer couvrir cette place, de manière qu'on y naviguait en bateau.

Lorsque les eaux de l'Adriatique sont peu agitées, on voit à trente ou à quarante pieds sous elles, devant Caorle, les restes de l'antique Caprulæ.

Chacun sait qu'on voit sous les eaux de la Méditerranée, en plusieurs endroits, des ruines de temples, de palais, de thermes..... qui ont été édifiés dans un tems que ces eaux étaient plus basses.

Près du promontoire de Lacinium, se trouvent submergées les antiques îles d'Eranusa, de Tris et de Meloessa.

Je pourrais citer bien d'autres témoignages de la croissance des eaux de l'Adriatique et de la Méditerranée; mais j'ai à me borner là-dessus

---

(1) C'est sur cette île que le conclave s'assembla pour l'élection du pape Pie VII.

pour ce qui me reste à écrire dans un petit ouvrage.

Je vais seulement émettre l'opinion de quelques écrivains, au sujet de la croissance des eaux au fond du golfe Adriatique :

« Ce que Tite-Live nous décrit comme terre » dans la *Venitie*, ne l'est plus maintenant....

» Tout le voisinage de *Fusina* a été changé » en marais.....

» C'est ce que nous montrent les antiquités » découvertes dans ces marais. »

LEBRET.

Foscarini, Vital-Faliere et Bernardo-Giustiniano, écrivains de la république de Venise, citent différens endroits couverts par les eaux des lagunes, où « verrano terreni coltivati e boschi » se trouvaient des terrains cultivés et des bois.

L'auteur de la *Tavola peutingeriana*, dit avoir vu, de ses yeux, beaucoup de restes d'anciens édifices sous les eaux.

Les marées de l'Adriatique, ainsi que la croissance des eaux de ce golfe, partagent l'opinion des savans.

Les uns donnent à ces marées la cause qui décide les marées de l'Océan, c'est-à-dire l'influence que la lune exerce sur les eaux de la

terre, dans ses mouvemens autour d'elle, soit par répulsion, soit par attraction.

Les autres attribuent les mêmes marées aux vents régnans du golfe, décidés par l'influence du soleil sur lui, et par la situation parallèle, rapprochée et élevée de ses côtes.

Comment la lune pourrait-elle avoir de l'influence sur les marées de l'Adriatique, disent ces derniers, puisqu'elle n'en a aucune sur celles de la Méditerranée, quoique l'étendue de celle-ci soit bien supérieure?

Après avoir reconnu sur plusieurs caps de l'Adriatique, des courans intermittens, j'ai été porté à croire que les marées de ce golfe sont totalement étrangères à une influence directe par la lune. Cependant elles le sont par voie indirecte. Voici comment :

Les marées de l'Océan forment, pendant le flux de cette mer, de forts courans sur le détroit de Gibraltar.

Ces courans traversent la Méditerranée sur certaines directions, d'abord par leur élancement, ensuite par les inflexions obligées à la rencontre des côtes.

Ces courans, qui touchent les côtes méridionales de la Sicile, vont frapper les côtes de la Dalmatie, en entrant dans le golfe, et suivent cette côte dans plusieurs canaux entre des îles.

Arrivés sur les côtes de Trieste et de Venise, ils s'y gonflent plus qu'ailleurs, parce qu'en raison de la configuration du golfe, ils s'y trouvent comme obligés de rétrograder sur eux-mêmes, et de se jeter, pour s'échapper, sur la côte occidentale, qu'ils suivent jusqu'à leur sortie. Ensuite ils se plient sur les côtes d'Italie et de France, en raison de quelqu'influence sur eux, par de nouveaux courans qui arrivent successivement sur les côtes de la Sicile.

Ce sont ces courans intermittens ou alternatifs qui décident les marées de l'Adriatique, et qui ne les décident pas partout également fortes.

Au fond de ce golfe, elles sont de quatre à cinq pieds, au tems de nouvelle et pleine lune, ou de l'arrivée de plus forts courans en ce tems, et ces marées n'ont que vingt-deux à vingt-quatre pouces en d'autres tems. Les marées sont plus fortes sur les côtes de la Dalmatie que sur celles de la Romagne et de la Pouille, parce que les courans ont plus de force sur les premières côtes, et qu'ils y rencontrent plus d'obstacles. Enfin les marées vont en diminuant; de même que les courans, sortis du détroit de Gilbraltar, diminuent de force en s'avançant vers les fonds de la Méditerranée et de l'Adriatique.

C'est pourquoi les courans qui retournent vers le détroit ont perdu presque toute leur action sur

les côtes de France, et que les marées qu'ils décident sur ces côtes sont très-difficiles à reconnaître.

En certains tems, les eaux du fond du golfe, qui sont élevées extraordinairement par le souffle continu d'un grand vent qui vient de son entrée, ne font plus distinguer de marées réglées.

En d'autres tems encore, ces mêmes eaux montent et descendent trois ou quatre fois en six ou sept heures. Cela tient à la variation des grands vents qui, en raison de la configuration des côtes, exercent beaucoup d'influence sur elles.

Quand ces vents sont traversiers, ils sont souvent très-malfaisans pour la navigation; car ils s'engouffrent parfois, ou tombent comme la foudre sur les rivages, au pied des montagnes. Aussi, par ces vents, les marins pratiques du golfe tiennent le large. Ce sont des vents traîtres, disent-ils.

Hors le tems des orages de mer, et presque tout l'été, les vents sont assez réguliers sur l'Adriatique; ils ne soufflent guère que sur sa longueur et médiocrement; le matin, vers son fond: l'après-midi, vers son entrée; c'est-à-dire qu'ils sentent l'influence du soleil sur l'atmosphère, et tournent comme lui; ce dont les marins de l'Adriatique tirent parti, ainsi que des courans intermittens, pour franchir des caps et autres points de côte de difficile passage.

Il n'est pas aisé d'assigner au vrai la cause de

la croissance des eaux de l'Adriatique, mais on peut la supposer dans une petite, mais successive, augmentation du volume d'eau que l'Océan introduit à chaque marée dans la Méditerranée, par un plus grand débouché du détroit de Gibraltar.

Car quand le volume d'eau que le soleil fait évaporer aujourd'hui sur la mer Adriatique, sur la mer Méditerranée et sur la mer Noire, doit être le même que celui que cet astre y faisait évaporer anciennement, une forte action par les courans sur le détroit, que les marées font choquer entr'eux, font former des remonds épouvantables, les obligent à s'élancer en sens opposés et en des mêmes momens, à se surmonter, à se croiser les uns sur les autres,.... fait supposer que des corrosions de fond, et des destructions d'aspérités des bords, doivent être opérées journellement.

DESCRIPTION SOMMAIRE

DES LAGUNES QUI EXISTENT AU FOND DU GOLFE ADRIATIQUE.

Ces lagunes (et particulièrement celles dites de Venise, au milieu desquelles se trouvent une quantité de villes et de villages) sont, sous plusieurs rapports, notamment sous celui des eaux, dignes de fixer l'attention des savans.

Lagunes dites de Commachio.

Ces lagunes sont séparées de celles de Venise par les cours du Pô (antique Éridan), de l'Adige et de la Brenta, et par des dépôts en marécages, que ces rivières ont établis.

Leur étendue, suivant le rivage de la mer, est de vingt milles d'Italie (sept lieues), et leur largeur ou profondeur, vers la terre ferme, de vingt-deux milles.

Le grand Pô y portait anciennement ses eaux; des travaux de main d'homme, soutenus avec grande peine, l'en ont écarté.

Ces lagunes sont subdivisées en grandes et en

petites, dites *valle*, par des barres en terre et en roseaux, qui laissent quelques passages aux eaux.

Les *valle* n'ont que très-peu de profondeur d'eau, ou une profondeur à peine suffisante à la navigation des petits bateaux.

Les grandes lagunes sont au contraire navigables pour des grandes barques.

Les eaux sont stagnantes dans la plupart des lagunes de Commachio; seulement celles qui touchent la ville de ce nom, ou celles qui sont près du rivage de la mer, et à deux à trois milles de ce rivage, ressentent le mouvement des marées, qui forment un courant sur un canal unique qui leur donne entrée.

Ce canal, dit port de *Magnavacca*, tenu soigneusement étroit, sert au passage des barques qui vont dans les lagunes charger du poisson ou du sel, qu'on fait dans des salines nouvellement établies, près des *lidi*, sur des *valle* atterrées. Il est fermé par des filets de pêche, qui empêchent le poisson de s'échapper à la mer, et qu'on baisse lors du passage des barques précitées.

Le poisson des lagunes de Commachio fait la richesse de cette ville; sa quantité est prodigieuse.

En 1811, le gouvernement, alors français, afferma pour cinq ans la pêche de ce poisson au sieur Bontandini, pour le prix de quinze millions de francs.

Ces lagunes appartiennent présentement, comme anciennement, au gouvernement de Rome.

Voici comme on y fait la pêche :

Des eaux douces des rivières qui contournent les lagunes, et qui sont bien élevées au-dessus d'elles par des chaussées ou turcies, sont alors lâchées en quelques points par un jeu de vannes de déversoirs.

Les mouvemens que ces eaux font en tombant des rivières, et en courant sur les eaux salées des lagunes, attirent le poisson vers elles.

La promptitude avec laquelle il s'y porte, et la grande distance d'où il sent leur agitation, doit surprendre.

Avant de lâcher des eaux douces dans les lagunes, on tend des piéges aux environs de leur chûte, dans lesquels le poisson court s'enfermer.

Ce sont des chambres cloisonnées par des claies en roseaux. Elles sont sans ouvertures de sortie, quoique de facile entrée, par des évasemens extérieurs en roseaux plians, qui présentent en dedans des pointes rapprochées au poisson enfermé.

Lorsque le poisson est venu remplir ces chambres, au point d'en écarter toute l'eau, on le prend très-commodément avec des poches de toile, attachées à de longs manches, et, *en quel-*

ques heures, on en charge de grandes barques du port de six à huit tonneaux.

Les anguilles font la presque totalité du poisson qu'on prend dans ces précieuses lagunes; on les fait rôtir, dans Commachio, sur des milliers de broches. On le sale, on l'huile et on l'embarrille, pour en faire des envois considérables à l'étranger.

Au tems de la pêche, qui est vers les mois d'avril et de mai, la ville de Commachio n'est guère tenable pour les étrangers, à cause de la forte odeur du poisson qu'on grille dans toutes les maisons.

C'est sans doute un grand avantage pour le gouvernement de Rome, que l'existence des lagunes de Commachio; mais il est acheté par bien des sacrifices, par bien des malheurs.

Voici une anecdote à l'appui de cette assertion:

Dans les premiers jours d'octobre 1812, le Pô rompit sa chaussée de droite, ou celle du côté des lagunes, à quelques milles au-dessus de Ferrare.

(Dans ce point de son lit, et plus bas, ce grand fleuve est soutenu au-dessus des champs, par des chaussées énormes qui, de loin, paraissent des lignes de collines.)

Les eaux qu'il déborda noyèrent et dévastèrent un fertile territoire de quarante-cinq milles de

long sur quinze de large, qui se trouve maintenant entre ces lagunes et le fleuve, et le changea, pendant douze jours, en un grand lac, où l'on sondait depuis cinq jusqu'à quinze pieds d'eau.

J'étais en ce tems à Commachio, d'où je partis pour me rendre à Adria; et, profitant du malheur, je fus en bateau jusqu'au Pô, en navigant sur des prés, dessus des vignobles et dessus des champs déjà ensemencés.

En passant sur la place publique d'un gros village, dit Mezzo-Goro, j'y sondai six pieds d'eau; les maisons étaient noyées jusqu'au haut de leurs portes d'entrée.

Ce terrible débordement fit périr nombre de personnes, et noya une grande quantité de bétail.

Trente à quarante mille habitans furent délogés, les eaux débordées tombèrent dans une petite rivière qui longe les lagunes du côté de Venise, dite Pô de Volano, et, après avoir renversé ses premières chaussées, et grossi considérablement son cours, allaient rompre la chaussée qui sépare cette rivière des lagunes, lorsque les Commachais s'y portèrent en masse, le sous-préfet à leur tête, pour charger de terres et fortifier de bois et de pierres la chaussée menacée.

Pendant le travail continué de jour et de nuit, une partie d'eux, armés de fusils chargés, par-

couraient toute la longueur de la chaussée frappée par les eaux débordées, afin d'empêcher que les malheureuses victimes de l'inondation, éparses sur des bateaux, ne tentassent d'ouvrir quelque part un débouché naturel aux eaux pour leur écoulement, et en délivrer au plus tôt leurs habitations et leurs champs.

Ce grand zèle des Commachais, à défendre, à main armée, leurs lagunes ou pour mieux dire leur poisson, me fit faire des réflexions, bien pénibles.

Faut-il que les hommes soient toujours prêts à s'égorger pour des intérêts particuliers.

En 1130, les Venitiens firent la guerre aux Padouans, parce que ceux-ci, noyés par les eaux gonflées de la Brenta, avaient détruit des obstacles mis au cours naturel de cette rivière, vers Venise.

Vu l'état élevé du lit du Pô près de ses bouches, lesquelles sont maintenant de dix lieues plus avancées à la mer que les bords supérieurs des lagunes de Commachio, il faudra en venir, tôt ou tard, à laisser courir ce grand fleuve sur elles.

Comme le trajet par terre, entre Ravennes et Pola, en traversant les lagunes, ou en suivant leurs bords, est très-peu fréquenté par les savans, à cause de la difficulté de voyager dans des

marais, du danger de s'égarer dans des forêts de roseaux (ainsi qu'il m'est arrivé entre les bouches du Pô), du désagrément d'être dévoré par des nuées d'insectes, dits *zanzari*, et par de grosses mouches vertes, qui piquent et tirent le sang, comme la lancette du chirurgien, et que d'ailleurs il se trouve dans les différentes lagunes, et sur leurs bords, des monumens barbares et autres, bien dignes de remarque; je crois dans l'intérêt des arts de devoir dire un mot de ceux que j'ai vùs en examinant ces lagunes sous le rapport des effets de leurs eaux.

Les monumens de Ravennes étant connus, je ne parlerai que de l'état présent du tombeau de Théodoric, roi des Goths, qui fut roi d'Italie.

Ce tombeau est hors de la ville; sa forme ronde avec portiques, a trente-cinq pieds de diamètre.

D'anciennes alluvions du Pô ayant élevé le terrain autour de lui, il se trouve à moitié enterré et plein d'une eau puante.

Il a servi long-tems d'église; sa couverture, composée d'*une seule pierre*, est particulièrement remarquable. Le tems, ou sa grande portée, l'a fait un peu fendre.

Le sarcophage en porphyre, qui était dans son milieu, et qu'en 1500 on porta dans la ville, est également remarquable.

On le voit présentement scellé dans le mur de

façade du palais dudit roi Théodoric, grande rue dite il Corso, lequel palais n'a rien de particulier que l'étendue et la grosseur de ses murs.

Entre Ravennes et Commachio, et à une lieue du canal d'entrée des lagunes, se trouve un point de côte, dit *Porto di Bell'Occhio*, où un port qui a été fermé par les Commachais.

C'était l'antique port de Caprari des Romains, très-renommé par le beau sel des salines qui existaient auprès.

Ces anciennes salines, perdues pendant douze siècles, ont été rétablies en 1811. Elles ont donné d'abord du sel en abondance et de la plus grande blancheur et propreté.

REMARQUES

SUR LES LAGUNES DITES DE VENISE, ET SUR DE FUNESTES TRAVAUX QUI ONT ÉTÉ FAITS SUR ELLES.

Peu de localités peuvent présenter, par leur situation, autant d'intérêt pour la science des eaux courantes, que ces lagunes. Aussi je vais en parler avec quelques détails.

Ces lagunes n'ont pas toujours existé, c'est ce

que témoignent des restes de monumens d'art, découverts sous elles.

Mais elles sont d'une date très-ancienne.

Au rapport de Tive-Live (*Dec. I, lib. X, § II.*), une escadre de vaisseaux grecs, commandée par l'amiral Cleonymo, stationna dans un port qui ne pouvait être qu'une des lagunes de Venise. Elle y était entrée par « Ostia fluminis prœalti » ancien nom de la Brenta. C'était trois cent deux ans avant la venue de Jésus-Christ.

La formation des lagunes, en général, partage aussi l'opinion des savans.

L'un d'eux a avancé à ce sujet des idées qu'on peut juger bien erronées.

« Les *lidi* ont été dans leur origine des bancs » étendus en long, établis *au large* par des dé- » positions de matières qui suivent le littoral, et » ont été élevés par d'autres matières que les » flots ont jetées sur eux. »

(*Histoire de Caprulæ*, par B.)

C'est la croissance des eaux de l'Adriatique qui a formé les lagunes; voici comment j'explique cette formation :

Lorsque ces eaux n'avaient leur niveau qu'à plusieurs pieds plus bas que leur niveau actuel, les lagunes n'existaient point.

A leur place, se trouvaient des champs, des bourgs et des villes.

Ces champs en plaine, près de la mer, devaient être séparés d'elle par une chaîne de collines en sable, plus ou moins élevées, comme on en trouve devant les plaines joignant les mers qui ont des marées.

La formation de ces collines, de même que celle de nos hautes dunes sur différentes côtes de l'Océan, tient à un rejet de sables humides sur le rivage, et à l'amoncellement de ces sables, séchés pendant la marée descendante, que les vents du large font courir ou relèvent au-dessus de la ligne de leur déposition.

Quelque végétation sur les premiers sables relevés, en fixent mieux d'autres sur eux, et la colline s'élève et se consolide par leur gravitation.

Cela posé,

Quand l'Adriatique eut élevé ses eaux au-dessus des champs précités, les collines du rivage se montrèrent encore au large au-dessus d'elles, et restèrent des *lidi*, ou le fond des barres qui séparent aujourd'hui cette mer des lagunes de Marano, de Venise et de Commachio.

Les bouches des rivières et des ruisseaux qui jetaient leurs eaux à la mer en traversant les champs envahis, et qui coupaient la chaîne des collines du rivage, restèrent les bouches des lagunes.

L'intérêt d'abriter de la mer des îles formées

par les terres les plus élevées des champs envahis par les eaux, celui d'abriter des habitations et de conserver des ports de commerce, fit ensuite fortifier les *lidi* et les bouches par des travaux d'art.

Les peuplades qui vivaient sur les *lidi* et sur les îles des lagunes, avant l'existence de Venise, y formaient des états collectifs du nom de *Venetiæ*. *Grado*, fondée en 554, par les habitans du continent de l'Italie, qui se sauvèrent des fureurs d'Attila, roi des Huns, en était la capitale.

C'est une très-petite ville sur les *lidi* des lagunes de Marano, à deux lieues des ruines d'Aquileia.

Elle est fortifiée par de gros murs, qui tombent présentement de vétusté, et dont le pied est soutenu par des jetées d'enrochemens.

Avant 1809, elle tenait encore d'un côté à un *lido*; mais en cette année, la mer, qui a coupé ce *lido* près d'elle, l'a totalement isolée au milieu de ses flots, et l'a privée d'eau douce.

Sa population, composée de misérables pêcheurs, peut être de trois à quatre cents ames.

La grande malpropreté des rues non pavées, et couvertes d'immondices, et une mauvaise et unique nourriture de poisson et de coquillages, en tiennent plus de la moitié dans un état de maladie continuel.

Pendant un séjour de quelques mois, que j'y fis en 1812, pour y faire élever un bastion à défendre un télégraphe, je fis tant, par mes prières auprès de l'autorité locale, que ces malheureux commencèrent à jeter leurs ordures à la mer qui était si près d'eux.

L'église de Grado, qui était patriarchale avant la fondation de Venise, est bien remarquable par vingt-quatre colonnes isolées de marbre jaspé, qui soutiennent sa nef, et dont les bases sont de superbes chapiteaux d'ordre corynthien, ce qui témoigne que cette église fut bâtie de dépouilles d'antiques monumens.

Il est présumable que ces colonnes furent tirées des ruines d'Aquileia ou d'Altino ; car ce ne fut qu'au neuvième siècle, c'est-à-dire trois siècles après la fondation de Grado, que les Vénitiens emportèrent de la Morée, des îles Ioniennes, et de quelques îles de l'Archipel, dont ils avaient fait la conquête, une quantité de précieuses pièces d'architecture, tirées d'une destruction de monumens grecs, telles entr'autres les quatre ou cinq cents colonnes de porphyre, de granit, de vert antique, d'agathe, d'albâtre, etc., qui décorent confusément l'église cathédrale de Saint-Marc de Venise.

Les *lidi* en mer qui défendent aujourd'hui les lagunes de Venise, sont ouverts par cinq bouches

d'anciennes rivières. On nomme ces bouches le port de Chioggia (près de la ville de ce nom), le port de Malamocco (à demi-lieue de ce bourg), le port de San Nicolo, devant Venise, et à une petite lieue de cette ville) et les ports de Saint-Erasme, et *Tre'porti* (tous deux près de celui de San Nicolo).

La longueur de ces *lidi*, ainsi coupée, est de trente milles (dix lieues); leur largeur varie depuis cent jusqu'à trois cent toises. Près de Chioggia, le *lido* dit de Pelestrina, n'a que l'épaisseur des *murazzi*.

Ces *murazzi*, plus qu'aucun autre monument des Vénitiens, attestent leur grandeur passée; ce sont d'énormes murs de quarante pieds d'épaisseur en marbre d'Istrie, avec mortier de pouzzolane des campagnes de Rome, élevés en retraite pour briser les vagues de la mer; leur longueur est de trois grandes lieues.

Le *lido*, entre la bouche de Malamocco et celle de *San Nicolo*, qui est de près de quatre lieues de longueur, et de deux cents à deux cent cinquante toises de largeur, est en sable affermi, couvert de quelque végétation, de quelques bâtisses et de deux forts; il est défendu de la mer par des enrochemens et des pilotages.

Les autres *lidi*, plus larges, mais plus en rentrée vers les lagunes, ont pour défense contre les

eaux de la mer des ensablemens très-étendus en largeur, qui sont devant eux.

Les *lidi* maintiennent les eaux des lagunes calmes, quelle que soit l'agitation de l'eau de la mer, excepté cependant dans les parties devant les bouches, sur lesquelles les flots du large viennent s'étendre.

Il est même des tems où la navigation intérieure est périlleuse sur ces parties de lagunes, attendu que les barques de quelque grandeur, qui ont à passer près des bouches, pour avoir assez de fond d'eau, s'y trouvent quelques instans sur la longueur des vagues, lesquelles les font grandement rouler.

Lorsque la mer est très-orageuse, ses eaux s'élèvent contre les *lidi*, et, si le vent est du large, une partie les franchit, et tombe en pluie sur les bords des lagunes.

Cet effet a particulièrement lieu le long des *murazzi* que les barques ont à suivre; les voyageurs se trouvent quelquefois surpris d'être couverts de pluie par un tems serein.

La croissance de la mer et ses continuels chocs contre les *murazzi*, devront les détruire malgré leur grande force. Des brèches sont faites de tems en tems sur eux, et les Vénitiens s'empressent de les fermer.

Lorsque la mer ne permettra plus leur répara-

tion, Venise et plusieurs autres villes et villages, peu élevés sur les présentes eaux des lagunes, seront attaqués par les flots, et devront par suite subir le sort de *Caprulæ*, des îles et des villages de *San-Felice*, de *Bucca-lama*, de *San Lorenzo*, de *Santa Maria di gaja*, etc., etc., qui sont maintenant submergés.

La bouche de Chioggia était nommée *Fossa Clodia* au tems des Romains, et *Porto Edrona* au tems des premiers Vénitiens ; elle a reçu les eaux du Bacchiglione et celles d'une branche de la Brenta, jusqu'au quinzième siècle, qu'elles furent détournées des lagunes.

La présente bouche de Malamocco est une rupture de *lido*, faite il y a trois siècles, et dont les Venitiens profitèrent pour former un port d'entrée, plus éloigné de Venise, que celui de *Medoacus*, ancienne bouche de la branche principale du lit de la Brenta, laquelle fut fermée par *raison d'État.*

Je parlerai plus bas de cette raison d'État.

L'ancienne bouche du *Medoacus* était à une grande lieue de Venise, devant l'île dite aujourd'hui de *Poveglia*, et recevait, outre les eaux de la Brenta, celles des petites rivières dites *il Senco, il Cornio* et *fossa Gambaria.*

Pépin prit cette bouche de *Medoacus*, et aurait pris les villes qui existaient de son tems dans les

lagunes, si la direction, sous les eaux, de leurs dix mille canaux, lui eût été connue. Mais, arrêté à chaque instant par des bas-fonds bourbeux, il renonça à son projet.

La bouche de San Nicolo, devant Venise, fut nommée port de *Prœalti* au tems de Rome, et *porto d'Aliviolo* dans les premiers siècles de la république.

Une troisième branche de lit de la Brenta, nommée *Una* et *Prealto*, et les rivières le *Musone* et la *Marzenegge*, y portaient leurs eaux.

La bouche dite de San Erasmo, est une ancienne rupture de *Lido*, faite tout près de la bouche de San Nicolo, dans un tems que cette dernière avait une grande profondeur d'eau.

Enfin la bouche, dite *de' tre Porti*, (des trois ports, à cause sans doute qu'elle est près des deux précédentes) était l'embouchure du *Sil*, de la *Dese*, de la *Zero* et d'autres petites rivières.

Toutes les rivières qui tombaient dans les lagunes, et les traversaient, en ont été éloignées avec grande peine et au grand détriment du continent, qui a été depuis ravagé par les débordemens de ces rivières, mises sans pente de lit sur une grande longueur de leur cours.

Mais, suivant les historiens de la république de Venise, « les lagunes étaient une partie im- » portante des affaires politiques de l'État ».

D'après cette politique, l'ennemi que les Vénitiens craignaient le plus, était les atterrissemens de leurs lagunes, qui pouvaient un jour joindre Venise à la terre ferme.

Cette crainte leur fit adopter ce qu'ils appelèrent « *il sistema di Brondolo*, » ou le système de détourner la Brenta vers Brondolo, où se trouvait l'embouchure de l'Adige, et d'y maintenir son cours par des travaux énormes dits « *i sostegni.* »

Deux autres systèmes furent aussi adoptés pour garantir Venise des attaques par la marine des étrangers :

Le « *sistema di Malamocco*, » qui consistait à choisir pour port militaire une bouche éloignée de Venise, et d'établir des digues et autres travaux à écarter de la bouche de *San Nicolo* un grand volume d'eau, afin quelle restât peu profonde, ou impraticable aux bâtimens de guerre de quelque grandeur.

Ce système de défense coutait très-cher aux Vénitiens.

En tems de guerre, comme en tems de paix, ils étaient obligés de *souffler* (soulever sur l'eau) par des *chameaux* ou pontons, leurs grands vaisseaux tenus au lest pour leur faire franchir la barre de fange qui sépare la lagune de Venise de celle de Malamocco, et la barre de sable qui est devant la bouche du port adopté, et d'exposer

ainsi ces vaisseaux en mer, c'est-à-dire sans gréement, sans artillerie, sans provisions.

Avec cela leur construction était forcément mauvaise; ils étaient presque sans fond de quille, ou plats, pour avoir le moins de tirant d'eau possible, ce qui les faisait mal manœuvrer, et dériver par les vents *au plus près*, ou vents qui viennent du côté que les vaisseaux doivent aller.

L'autre système était le mystère de la direction des canaux sous les eaux des lagunes, ou la défense, sous peine de mort, de tracer le plan de ces canaux, et de les faire connaître aux étrangers.

Cette politique, qui a pu être bonne pour l'ancienne Venise, est maintenant hors de saison.

Cette ville et ses ports peuvent être défendus par des forteresses, ou par de bonnes batteries, autant et mieux que par des bas-fonds incommodes pour la navigation, et nuisibles à la santé des habitans des lagunes, par leurs exhalaisons fétides, lors de la basse mer.

Les eaux des marées qui entrent par les bouches des lagunes, ont formé entre ces bouches et les points de côte de la terre ferme devant elles, ou sur une direction perpendiculaire aux *lidi*, des canaux principaux qui vont en diminuant graduellement de largeur et de profondeur.

Dès l'entrée des lagunes, chacun de ces canaux dits *maggiori*, se ramifie par d'autres, qui vont, des deux côtés de lui, se joindre à ceux des autres lagunes.

Ces canaux secondaires perdent, ainsi que les majeurs, de leur profondeur en s'écartant du tronc.

Les premiers qui prennent naissance près les *lidi*, et les suivent, sont plus profonds que les autres.

Les seconds le sont moins, et de moindre largeur, ainsi des suivans, qui perdent toujours en grandeur, en s'avoisinant de plus en plus du fond de la lagune, où ils ne sont plus que de petits ruisseaux secs lors de la bonne marée.

Chacun de ces canaux secondaires se ramifie aussi par plusieurs autres, dirigés en tous sens, de manière qu'entre tous ces canaux il se trouve des atterrissemens de toute figure, qui se découvrent tous à la basse mer, excepté ceux qui sont très-près des bouches.

D'après le régime des eaux des lagunes, ou d'après la disposition des canaux secondaires qui, en perdant de leur profondeur, vont depuis le milieu d'une lagune à la rencontre de semblables canaux, qui partent du milieu d'une autre, des lignes d'atterrissemens culminans et perpendiculaires

aux *lidi* ont dû s'établir entre les lagunes, et y former des séparations.

Voici comme le régime des lagunes forme ces atterrissemens culminans, espèces de dos d'âne qui vont en baissant des deux côtés, en avançant vers les bouches.

J'ai dit que les lagunes sont d'un grand fond de vase.

Les eaux courantes, plus agitées par les vents et par l'influence des flots de la mer, auprès des bouches, s'en chargent en ces endroits, et la charient en allant pendant la marée montante, vers les lignes de séparation des lagunes.

Les courans, en se rapprochant de ces lignes, perdent de leur force, et laissent graduellement précipiter la matière; arrivés sur ces lignes, et joignant d'autres courans venus à leur rencontre par la même marée montante, ils perdent toute action, et pendant leur repos, qui est de deux à trois heures, laissent précipiter une plus grande quantité de vase.

M. Sganzin, qui a vu les lagunes de Venise, a supposé ces lignes d'atterrissemens, en s'exprimant ainsi :

« Si, à l'heure de la marée montante, on je-
» tait une quantité de flotteurs sur les bouches
» des lagunes, on les verraient se porter, se

» réunir et rester en repos sur des points qui sont
» intermédiaires à l'une et à l'autre lagunes,
» et ne prendre un mouvement de translation
» vers les mêmes bouches, que quelque tems
» après que le jusant aurait décidé sur elles et près
» d'elles de forts courans. »

A ce témoignage d'un savant de mérite, je joins celui des marins des lagunes.

Dans le trajet journalier qu'ils font de Venise à Chioggia, et *vice versâ*, on les entend, lorsque par le flux de la marée, ils s'avoisinent des bouches, crier : « *Duro, duro, si va contrario.* » Et, après avoir passé les bouches, « *si va secondo, respiriamo,* » et lorsqu'ils sont sur les parties intermédiaires aux lagunes, « *acqua morta, non si dorme più.* »

C'est-à-dire que, pour s'accorder aux efforts qu'ils ont à faire en ramant, ils s'écrient : « Forçons, forçons sur les rames ; car ici nous allons contre le courant : — nous suivons le courant, respirons : — nous sommes sur des eaux mortes, il ne faut plus dormir. »

Quelles leçons que ces témoignages de mouvemens divers et du repos par des eaux qui se chargent de vase.

Cependant on projeta, en 1807, de creuser un grand canal pour le passage de vaisseaux de ligne armés entre la lagune de Venise et

celle de Malamocco, en y coupant en travers la ligne naturelle d'atterrissemens culminans qui les séparent.

Ce projet étrange pourrait être comparé aux deux suivans, qui furent faits en France il y a quarante ans environ; l'un à Bordeaux : le creusage d'un bassin de très-grande étendue, pour recevoir les eaux nécessaires à faire tourner vingt-quatre meules de moulins bâtis au faubourg de Bacalan ; ces eaux prises de la Gironde, rivière toujours chargée de vase, et à être tenue en repos; l'autre à Lyon : le curage d'une grande gare pour des moulins bâtis sur l'île Perrache, destinée à recevoir et à mettre en repos des eaux souvent troubles que la Saône écoule ; bassin et gare qui furent comblés en peu de tems, et décidèrent la perte de ces moulins, construits à grands frais.

Pour curer le canal projeté entre deux lagunes, on a employé pendant quatre ans, tantôt douze, tantôt quinze grandes machines à curer, et dans ce laps de tems on a depensé plusieurs millions de francs à pure perte.

Après un travail de curage, bien forcé de nuit et de jour, avec un emploi de vingt à vingt-cinq machines, grandes et petites, on parvint un jour à faire franchir la barre coupée à la carcasse du vaisseau *le Rivoli*, c'est-à-dire à un vaisseau sans

aucun agrès ni chargement, puis on continua le curage de jour seulement.

Au bout d'un mois, on voulut faire franchir la même barre ou ligne d'atterrissemens, à un autre vaisseau construit sur le même plan que *le Rivoli*, d'un même tirant d'eau et dans le même dénuement de tout; mais ce vaisseau y fut fortement envasé, et ne fut flotté qu'après que, par des peines infinies, on l'eut soufflé ou élevé par des pontons ou des *chameaux*.

Le curage continuel qu'on opérait infructueusement, faisait dire à des Vénitiens : « Ce n'est point ici l'enfer des Danaïdes, où se trouvait un tonneau toujours vide; mais c'est un canal toujours plein, malgré tout travail pour le vider. »

Croire d'ailleurs que par des travaux mal conçus, d'une dépense de dix à douze millions, on pouvait détruire la barre de sable qui existe devant la bouche de Malamocco, afin que cette bouche, eloignée de Venise, servît à l'entrée de sa marine militaire, c'était croire l'absurde.

Il n'aurait pas été raisonnable, non plus, de croire qu'en fermant la bouche San Nicolo devant Venise, en tout ou en partie, on eût obligé les eaux de deux lagunes à fouiller et le canal et la bouche de Malamocco; car un tel changement de régime de ces eaux, qui aurait pu occasionner plus d'un désastre, aurait eu pour résultat prin-



cipal d'*atterrer Venise* et tous les canaux qui l'entourent.

Une entrée pour la marine militaire de Venise aurait dû être projetée devant la lagune même de cette ville, laquelle forme l'intérieur de son port.

Chacun le voyait ainsi; il n'y eut qu'un savant français, le directeur des travaux civils et hydrauliques du port, qui vit autrement, ou qui ne voulut pas comprendre que la vieille politique des Vénitiens, au sujet de leur « *sistema di Malamocco* » (système préjudiciable dans tous les tems), n'était plus d'aucun intérêt.

A la marée montante, les eaux qui entrent par les bouches des lagunes, vont couvrir des marais très-étendus, qui joignent la terre ferme.

Ces marais sont nommés *Paludi*, *Baro* et *Varenne;* ce sont des atterrissemens coupés par l'infinité des petits canaux dont j'ai parlé, qui ne sont navigables qu'à la haute marée.

Les *paludi* sont couverts de quelque mousse seulement.

Les *baro* le sont d'une algue marine qui reste couchée pendant la basse marée, et qui retient une partie de l'eau qui l'a couverte.

Les *varenne* sont couverts de joncs, de menus roseaux et de quelques autres plantes aquatiques, qui se soutiennent en pied, et qui servent de logement à une infinité de moucherons piquans.

Les *paludi*, les *varenne* et les *baro* sont des parties de lagunes très-malfaisantes pour les personnes qui habitent dans leurs environs. L'été surtout, que le soleil corrompt promptement les mousses, les algues et autres plantes qui maintiennent beaucoup d'humidité et de saleté sur les vases, dont ils sont composés, il en émane des exhalaisons qui vont donner la fièvre bien au loin d'eux.

Pendant les deux blocus des lagunes de Venise, faits par les Autrichiens et les Anglais, dans nos dernières guerres, neuf mille soldats français et italiens, du nombre de ceux qui furent employés à la défense des postes militaires établis dans ces marais, périrent de maladies qu'ils y prirent, quoiqu'on eût eu le soin de faire relever ces postes tous les cinq jours.

Avec des frais qui pourraient produire un très-grand intérêt avec le tems, il serait facile d'assainir ces mauvais lieux, et de les rendre à l'agriculture.

On devrait le faire au moins pour ceux qui avoisinent les villes et villages de Burano, de Torcello, de Mazorbo, d'Anconcta, de Malghera, etc.

L'expérience de tel assainissement, fait anciennement autour d'une quantité de couvens de religieux dans les lagunes, a fait connaître que les

vases salées, mises au-dessus des marées, sont adoucies par les eaux pluviales, et rendues propres à la culture en cinq années.

La facile métamorphose des *baro*, des *paludi* et des *varenne*, qui montrent les lagunes hideuses pendant les basses marées, en une quantité de jolies îles, ou en un charmant archipel, serait avantageuse, non-seulement pour la salubrité des lieux et l'intérêt de l'agriculture, mais encore pour la marine des lagunes, parce qu'elles recevraient plus d'eau de la mer, et leurs bouches seraient tenues plus profondes.

Le travail pour cette métamorphose serait de retrousser les vases des bords de ces marais, de manière à les élever au-dessus des marées hautes, ce qui serait facile à faire les trois quarts du tems, qu'ils sont découverts, et d'encaisser les vases relevées par de simples files de piquetages et palplanches.

Mazorbo, que j'ai visité au milieu de ces marais infects, est une ville dont la fondation doit remonter aux premiers siècles du christianisme.

On remarque à Venise, près du grand pont de Rialto, une petite église qu'on dit avoir été bâtie au sixième siècle de notre ère, et qui serait une des plus anciennes de nos églises chrétiennes; mais on peut être porté à croire, par les particularités cu-

rieuses dont je vais parler, que l'église de Mazorbo est encore plus ancienne.

Des volets en grandes pierres de taille de sept à huit pouces d'épaisseur, ferment les fenêtres hautes de cette église, ou les fermaient, car le tems et la rouille des fers sur lesquels ils pivotaient, les ont fixés demi-ouverts.

Les mosaïques qui couvrent une grande partie de ses murs intérieurs sont encore plus remarquables; leur dessin est des plus bizarres, tant sous le rapport du trait, que sous celui du sujet représenté; on y voit l'enfer et les diables les plus hideux.

Ce mauvais travail peut être le premier essai fait en Italie de la peinture en mosaïque, imitée de la parqueterie des anciens.

Les mosaïques qui sont dans l'église de Grado, et exécutés dans le troisième siècle, sont mal faits; mais ils le sont mieux que ceux de l'église de Mazorbo.

Les mosaïques dans l'église de Saint-Marc de Venise sont de deux espèces, et exécutés en des tems bien différens; quoique les plus anciens soient meilleurs que ceux des églises de Mazorbo et de Grado, ils sont sans beauté; mais les modernes, parmi lesquels on remarque plus particulièrement ceux enfermés dans les alchiviottes des portiques d'entrée du frontispice, sont de vrais

trésors ; ils sont si admirables que chacun dit : La peinture à l'huile ne saurait produire rien de plus parfait.

Les lagunes dites de Marano, qui s'étendent depuis l'embouchure du Tagliamento jusqu'à celle de l'Isonzo près de Trieste, sur une longueur de vingt milles, sont beaucoup moins importantes que celles de Venise et de Commachio. Leurs *lidi*, sur lesquels se trouvait Grado, ne sont défendus de la mer par aucun travail d'art ; aussi elle fait sur eux de fréquentes ruptures.

Je ne parlerai que de celle dite de *Camozza*, qui est aujourd'hui une large bouche, et au nom de laquelle s'attache une anecdote historique et attendrissante.

Sur le bord de cette bouche, je trouvai un pêcheur vénérable par son grand âge, avec la figure d'un vrai patriarche ; il habitait une cabane de roseaux, nommée en Italie un *casinetto* (petite maison). Ce vieillard me dit : « Il y a trente-cinq » ans qu'un de nos camarades, le pauvre Ca- » mozza, avait creusé là, près de son *casinetto* » (me montrant le milieu de la bouche), un » petit canal pour entrer son bateau dans la la- » gune, mais la mer, qui *mange nos lidi*, s'empara » une nuit de son canal, et emporta Camozza et son » *casinetto*. Le lendemain on trouva cette bouche, » que nous avons nommée de Camozza. »

Il y a deux siècles qu'un beau village, nommé San Pietro d'Orio, existait près d'une bouche de ce nom, non loin de Grado; on voit ses ruines sous les eaux; un seul clocher, en pyramide quadrangulaire, se soutient encore et s'élève de plusieurs centaines de pieds au-dessus de la mer; il sert aux navigateurs de point de reconnaissance de la côte.

La moitié des *paludi*, ou marais très-étendus des lagunes de Marano, ne sont couverts d'eau que par les marées des nouvelles et pleines lunes. Une partie produit quelques pâturages; le reste est couvert de roseaux et d'autres plantes aquatiques, entre lesquelles logent et multiplient beaucoup de gros oiseaux, tels que grues, hérons, oies, canards, etc.

Plusieurs bons écrivains de Venise ont donné quelques détails sur les localités marécageuses qui entourent cette ville, sur l'ancien gouvernement républicain, dont elle était la capitale, sous le nom de *dominante* (1); sur ses doges sans puissance, sur son terrible conseil de dix, qui gou-

---

(1) Venise était tout pour la république; c'était une nouvelle Rome, jalouse à l'excès de conserver une autorité absolue et de grands priviléges sur ses provinces en terre ferme, où elle envoyait des procureurs de St-Marc, qui y gouvernaient durement.

vernait par la terreur, sur la chambre noire de ce conseil, sur ses jugemens occultes, sur sa bouche de fer, son inquisition politique, etc., etc.; mais des raisons d'état obligèrent ces écrivains à taire bien des choses.

Venise et ses lagunes sont encore un champ fécond et attrayant à exploiter par un géographe savant et philantrope, sous les rapports des mœurs et des usages bien particuliers des Vénitiens, de la singularité d'une quantité de grands monumens de l'art que Venise renferme, de marais infects et pestilentiels, conservés uniquement pour servir de défense, de sales canaux conservés pour des rues, de mascarades pendant cinq ou six mois de l'année, de promenades brillantes sur les eaux, de milliers de ponts qu'il faut monter et descendre à chaque pas, traîtres par les surfaces inclinées et glissantes de leurs escaliers en marbre, etc., etc.

L'arsenal de Venise était l'un des plus beaux de l'Europe avant 1808, ou avant la destruction d'une grande partie de ses magnifiques monumens d'architecture, qu'un Français a fait opérer au grand étonnement de chacun.

Deux grandes tours flanquent sa porte marine, ou son entrée pour les vaisseaux.

Un bel arc de triomphe forme sa porte terrestre.

Cette dernière porte, avancée par un large perron, est ornée de plusieurs belles pièces de sculpture sur des dez et sur des piedestaux, toutes provenant, ainsi que les fameux chevaux de métal de Corinthe qu'on a vus à Paris (1), et nombre d'autres objets précieux que Venise possède, des dépouilles de la Grèce.

Une des plus remarquables de ces pièces, par sa beauté et son antiquité, est un lion en marbre blanc, de grandeur collossale, qui a long-tems orné la pointe du promontoire de Sunion, d'où il a été enlevé.

L'arsenal de Venise renferme deux magnifiques salles d'armes, dont une est pleine d'armes antiques d'une grande curiosité; de drapeaux turcs que les Vénitiens enlevèrent lors de la conquête de Constantinople, de la Morée et de plusieurs îles de la Méditerranée; de canons de différentes

---

(1) Ces quatre chevaux, que les Romains enlevèrent à Corinthe, ont figuré long-tems à Rome sur un arc de triomphe que Néron y avait fait construire.

Lorsque Constantin-le-Grand fit transférer le siége de l'empire à Constantinople, ils y furent apportés.

En 1208, les Vénitiens, ayant fait la conquête de cette ville, les transportèrent à Venise, et les placèrent dans le frontispice de leur église de St-Marc, où ils ont été replacés dernièrement.

espèces, qui témoignent le progrès gradué de la perfection de cette arme.

Les premiers canons furent faits avec des lames de fer, assemblées et cerclées comme sont les douves de futailles, puis on coula leur ame, et on cercla encore.

Ledit arsenal a une salle remplie de modèles d'anciens et modernes vaisseaux de toute grandeur et de toute forme; on y trouve les plans en relief de Corfou, de Zante, d'Itaque et des autres îles Ioniennes, qui ont appartenu à la république de Venise, et que, sous le nom de protecteurs, les Anglais conservent et gouvernent despotiquement aujourd'hui.

Tous les quais au pourtour de quatre darses (dont trois à flotter des vaisseaux et des frégates et la quatrième des galères ou des petits bâtimens) étaient garnis de beaux édifices propres aux travaux de l'arsenal et du port.

Les principaux étaient trente-sept grands chantiers pour la construction des vaisseaux de ligne, dont les couvertures en tuiles reposaient sur des rangs de colonnes isolées en marbre d'Istrie.

Les darses renferment six bassins couverts, propres à renfermer à flot des vaisseaux et des frégates.

Auprès des magasins de l'artillerie, est une superbe corderie, dont la grandeur et la belle cons-

truction ne cèdent rien à la magnifique corderie de l'arsenal de Toulon des dessins de Vauban, à la vue de laquelle Louis XIV dit : « Je dois paraître ici plus grand qu'à Versailles. »

La charpente du couvert de la corderie de Venise est parfaite dans sa construction ; celle de la corderie de Toulon n'a pas entièrement le même avantage ; car elle tend beaucoup à pousser. Les murs de ses pavillons ont souffert de cette poussée.

J'avais reconnu, à Venise, que trente-sept grands chantiers, en marbre, de son arsenal, qui avaient servi à la construction des vaisseaux vénitiens, pourraient être utilisés pour construire des vaisseaux de ligne français, d'un plus grand fond de quille, après qu'on aurait fait quelques modifications dans la charpente du couvert de ces chantiers, pour obtenir dix à douze pieds de dégagement de plus, nécessaire sous la toiture.

Je fis opérer un tel dégagement dans deux de ces chantiers, sous lesquels on construisit très-commodément les deux vaisseaux de ligne le *Royal-Italien* et le *Régénérateur.*

Le système employé fut des cintres d'un assemblage particulier, surbaissés, et à plusieurs rayons moisés sur des arbaletriers conservés dans la vieille charpente.

Ces cintres, faits à peu de frais, avec du petit

bois de rebut de l'arsenal, remplacèrent les entraits qui furent coupés près de leur portée.

Ce système de charpente, établi sans déranger une seule tuile du couvert, et que les Italiens admiraient, fut exécuté, dans le tems, que d'après un ordre arrivé de Paris, un *Français* faisait démolir les autres grands chantiers, et une quantité d'autres beaux édifices de l'arsenal.

Le bagne de Venise se trouvait établi sur des galères flottantes; on jugea, avec raison, de l'établir dans des bâtimens en maçonnerie; mais, par une idée difficile à qualifier, on avait fait choix d'une des plus belles églises de la ville; de l'église patriarchale de *San Pietro di Castello*, qui était officiée; d'un chef-d'œuvre d'architecture de Palladio; du dépôt vénéré des dépouilles mortelles de tous les patriarches de Venise! Ce projet, inconvenant sous plusieurs rapports, me fit écrire avec instance au ministère pour son annulation.

J'avais fait remarquer que de grandes constructions abandonnées, qui touchaient les murs de l'arsenal, et pouvaient y être enclavées, dites le local *delle Vergini*, étaient bien plus propres pour un bagne.

Cette remarque, et les mots de culte et de beaux-arts outragés, firent réussir ma demande.

Sur la fausse idée que l'entrée marine de l'ar-

senal de Venise était trop étroite pour passer des vaisseaux français, entre les deux grandes tours, dont elle est ornée, on construisit, à grands frais, une deuxième porte marine, derrière cet arsenal.

Les tours précitées, ont entr'elles un débouché d'eau de cinquante pieds quatre pouces au niveau de la haute marée, et plus de quarante-huit pieds au point de hauteur, où se serait trouvée la plus grande largeur de ces vaisseaux. Or, cette largeur, au *maître-bau*, n'est que de quarante-quatre pieds huit pouces.

Une deuxième porte marine audit arsenal, sur un point de son enceinte, éloigné, et opposé à celui de la première porte, était, en raison des courans de la Lagune, toujours chargés de vase, un travail des plus étranges. Un courant établi au milieu de toutes les darses devait, en rejetant sur ses côtés, baignés d'eaux tranquilles, les matières qu'il chariait, les convertir en simples canaux, et rendre leurs quais, leurs cales et leurs chantiers inabordables.

Ce qui fut encore bien étrange, c'est que pour utiliser la deuxième porte marine, on dut couper devant elle la grande digue, dite de Saint-Pierre, que les Vénitiens avaient établie pour retarder l'écoulement en mer, par le port Saint-Nicolo,

des eaux de la Lagune de Venise, afin d'en détourner une partie vers le port de Malamocco. C'est-à-dire, que lorque l'on dépensait six à huit millions pour obtenir le plus grand volume d'eau possible, sur ledit port de Malamocco, on favorisait la prompte sortie des *eaux désirées*, par le port de Saint-Nicolo.

Les Venitiens expérimentés sur les mouvemens et les effets des eaux des lagunes, notamment ceux qui avaient composé l'ancienne commission de surveillance des eaux, nommée, à Venise : *Il Magistrato alle acque*, en murmuraient hautement.

Étranger à ces travaux funestes, quoiqu'employé à Venise, je reçus l'ordre du commandant général de la marine, du royaume d'Italie, « de » les examiner, de rédiger et de signer des Mé- » moires d'observations à leur sujet. »

On peut concevoir, que dans le tems, il se soit trouvé, en Italie, des novateurs hardis pour rêver destruction et profanation. Mais on croira, avec peine, que l'auteur des absurdes travaux hydrauliques d'Ancône et de Venise, ait été comblé d'honneurs, à leur sujet.

La vérité dans la science des eaux, qui serait du plus haut intérêt social, si elle était reconnue, exigeait ces remarques.

Un célèbre auteur du seizième siècle à écrit :

« Dappertuto vi sono, dotti e illustri idrostatici
» E dappertuto vi sono, fiumi disordinati,
» Porti interrati, inondazioni.... »

Aujourd'hui, c'est de même.

APPLICATION

DES VRAIS PRINCIPES DE L'HYDRAULIQUE, A DES TRAVAUX PROPRES A AMÉLIORER LE RHÔNE, DEVANT LYON.

PENDANT l'année 1804, que je résidais à Lyon, je fus frappé de l'état désordonné du cours du Rhône, sur la longueur de la ville par effet de divers travaux d'art, et j'y appris que ce triste état avait appelé la sollicitude des magistrats et de l'Académie des sciences du département.

L'Académie avait proposé un prix pour le meilleur projet, basé sur les trois questions suivantes :

1[re] Indiquer les causes des atterrissemens, formés sur les rives occidentales du Rhône, dans la longueur de Lyon;

2[e] Indiquer le moyens de détruire ces atterrissemens et d'empêcher leur reproduction ;

3[e] Dire comment, en maintenant le cours des vives eaux le long des quais de Lyon, on pourrait empêcher leur affouillement.

Mais les hydrauliciens n'avaient répondu que bien faiblement à l'attente de l'Académie. Tous les projets qui avaient été remis présentaient quelque inconvénient dans leur exécution.

Suivant l'un, il aurait fallu, pour débarrasser le Rhône de ses atterrissemens malfaisans, rétrécir son lit devant eux.

Mais un rétrécissement, déjà bien fort (sous le rapport des ponts et des bas terrains des Brotteaux), y était fait.

Suivant tel autre projet, il fallait construire de nouvelles digues, en éperon, pour mieux choquer les courans maintenus loin des quais de Lyon; mais de tels travaux, qui existaient, choquaient déjà trop ces courans.

Par un troisième, il était proposé un plaçement de tunages (ouvrages légers et d'usage dans les petites rivières), afin de déplacer les atterrissemens des quais de Lyon; mais les premières crues du fleuve auraient emporté de tels travaux.

Il convient ici de faire observer que les trois questions à répondre, qui avaient été proposées par l'Académie des sciences de Lyon, ne formaient point toutes celles qu'il aurait été nécessaire de proposer pour un projet de toute convenance, sous le rapport des localités.

Car un bon projet devait assurer, avec la destruction des atterrissemens sur le pied des quais

de Lyon, une commode navigation depuis Caluire jusqu'à la Mulatière ; que l'action corrosive des eaux à employer pour détruire les atterrissemens précités, ne fût point dangereuse sur les pieds des palées et des piles des ponts, ni contre l'amont de la levée Perrache, déjà si difficile à soutenir; enfin, que le projet assurat une modération des crues du Rhône dans la longueur de Lyon ; crues aujourd'hui bien menaçantes pour les Brotteaux, la Guillotière, et partie des terres basses du Dauphiné, qui se trouvent en face de l'île Perrache.

Sous toutes ces considérations, je crus me rendre bien utile à la ville de Lyon, de m'occuper d'un tel projet.

Je fis des plans, des nivellemens étendus, des profils, des calculs et un long mémoire (1).

Par les nivellemens faits sur la rive orientale du Rhône, depuis un point, en face du rocher de la Pape, au-dessus de l'île et de la digue de la Tête-d'Or, jusqu'au nouveau confluent du

(1) Ces pièces sont aujourd'hui à Milan, dans les archives de l'ancien royaume d'Italie. Le vice-roi, qui connaissait les désirs du feu empereur de faire assainir, agrandir et embellir Lyon, les aurait fait passer en France, sans les événemens du tems, et postérieurs au tems qu'elles furent remises : en 1812.

fleuve avec la Saône, en tournant le territoire dit les Charpennes, et en approchant des levées naturelles dites les Balmes viennoises (ancienne limite en largeur du cours du Rhône, ou d'une de ses branches principales). Je connus sur la ligne parcourue une pente suffisante pour servir à une des premières données de mon ancien projet. Y revenant aujourd'hui, puisque Lyon et ses environs sont encore maltraités par les atterrissemens du Rhône, j'examinerai d'abord les causes premières de ces atterrissemens.

Ces causes sont :

1° L'établissement de la grande digue de la Tête-d'Or, qui a barré une branche de lit du fleuve, pour joindre l'île au terrain des Brotteaux;

2° La grande levée Perrache, qui a également barré un bras du Rhône, et a porté son confluent avec la Saône à deux mille deux cents mètres au-delà de son ancien et naturel confluent;

3° La grande digue, devant l'hôpital, oblique à la direction du lit du fleuve, et qui est avancée jusqu'à près de son milieu.

Effets de ces étranges travaux.

La digue de la Tête-d'Or remit en question le régime des eaux du fleuve, en lui retranchant une de ses branches; régime qui ne s'établit que

bien à la longue, et qu'après que les courans et les remous ont travaillé avec violence.

Les eaux désordonnées, par la rencontre de cette digue, se gonflèrent et prirent, en se réfléchissant, un mouvement d'action corrosive, qui les fit saper fortement sur leur premier point de bricole.

Ce point fut le pied du côteau, près Caluire; trente à quarante pieds de largeur de terrain furent minés, la route de Lyon à Genève emportée.

Les matières provenant des fouilles formèrent au-dessous de ce point de bricole, et devant le quai Saint-Clair, un grand banc, qui, s'y enracina, par l'effet de leur gravitation pressée, y ayant été amoncelées coup sur coup.

Ce banc de gravier força ensuite le filon des eaux à tomber, avec grande force, sur la rive des Brotteaux, qui se trouva très-exposée par son peu d'élévation.

Le danger y fit construire différentes défenses en bois, et autrement, bonnes et mauvaises, pour l'état des choses. Les bonnes furent des revêtemens inclinés, faits en pierres; espèce de perrés; mais ils furent négligés.

On crut faire une merveille en construisant, à grands frais, la longue digue en pierre, qui est devant l'hôpital. On avait compté qu'elle ramènerait les eaux vives sur les quais de la ville; mais

avec son parement vertical, contre le filon, elle le fixa sur son pied. Ainsi que je l'ai dit, dans cet ouvrage, de tels paremens, qui choquent les eaux courantes, ne font que les gonfler, en retardant leur écoulement, les tournoyer en rémous, et les obliger à fouiller contr'eux ; de là, les y maintenir, parce que les eaux se maintiennent, ou tombent dans les endroits approfondis.

L'infirmité du Rhône, par ses fouilles, par ses dépôts et par son cours, tenu par la digue précitée, loin des quais de Lyon, fut encore bien augmentée par l'établissement de la levée Perrache, j'entends par la partie qui a coupé la branche du Rhône, qui confluait avec la Saône, au-dessus de l'île Perrache.

Les eaux très-désordonnées à ce point, et forcées de travailler à s'ouvrir un débouché convenable à leur volume, durent retarder leur cours et arrêter au-dessus d'elles, les graviers et sables descendus du haut du lit; ces matières formèrent le grand banc qui longe et qui est contigu au quai Monsieur.

Par la construction de la digue de la Tête-d'Or et de la levée Perrache, on eut le but, bien louable, de conquérir du terrain propre à étendre la ville de Lyon, bien resserrée par des côteaux escarpés, et comme entassée sur elle-même, entre ses rues étroites, sales et hors d'al-

lignement; ville dont la position sur deux grandes rivières, et l'industrie doivent journellement augmenter la population.

Mais ce grand but aurait pu être également atteint, sans la nécessité de forcer le Rhône à se révolutionner, à détruire ses lois ou son régime, et à prendre un cours désastreux.

Les causes des mauvais effets du cours du Rhône, devant Lyon, étant connues, voyons-en le remède efficace; il faudrait, 1° détruire la digue qui est en face de l'hôpital, fortifier par des perrés très-inclinés et parallèles aux quais de Lyon, toute la rive des Brotteaux, et dresser et aligner, autant que possible, le quai des Cordeliers, avec les autres quais.

2° Après la destruction de cette digue, former sur le milieu du Rhône, (avec l'aide du travail de ses eaux) deux îles, que je nommerai artificielles. Une entre les deux ponts Morand et de la Guillotière, l'autre devant le quai Monsieur, d'après le procédé dont j'ai dit un mot dans le 4me chapitre du présent ouvrage.

Ces îles de deux cents mètres de longueur environ chacune, auraient leurs bords parallèles entr'eux et parallèles à la direction des quais de Lyon.

Leur largeur serait fixée d'après le calcul du régime des eaux du fleuve dont jai à parler.

3° Établir un canal, d'*une forme particulière*, pour tourner les terrains des Brotteaux, et une partie de ceux du Dauphiné, jusque devant le village de la Mulatière, exécuté avec toutes les précautions nécessaires et dont les deux principales seraient de diguer solidement la rive droite, du côté des Brotteaux et de Lyon, et d'établir sa prise d'eau devant le rocher de la Pape, sur un radier incorrosible entre des bajoyers à épaulemens assez étendus, construits en bonne maçonnerie de pierre de taille.

Ce canal, ainsi que les îles artificielles dans le Rhône, auraient *ensemble* le grand but, d'améliorer son cours, en rétablissant son régime détruit, en modérant ou paralysant ses grandes crues devant les terrains de la rive gauche, exposés à leur action destructive, tout en les obligeant à fouiller les atterrissemens le long des quais de Lyon.

Le canal servirait en outre à placer une quantité de moulins et d'usines, particulièrement les moulins attachés le long de la levée Perrache que les crues peuvent entraîner malgré leur amarage par plusieurs chaînes

L'action des eaux le long de cette levée est si grande, notamment devant l'ancienne branche de lit du fleuve qui a été coupée, qu'elle entraîne des gros enrochemens qu'on jette à son pied pour la défendre.

Cette grande action leur est donnée par une direction de fond encaissé, qui traverse le Rhône en écharpe, sur laquelle le cours de la branche de lit supprimée a coulé pendant des siècles, et qui maintenant tombe sur le barrage, s'y gonfle et le sape par ses mouvemens tournoyans et corrosifs, par la pression et par le choc.

Le maintien de ce barrage, toujours miné, souvent renversé, ruina un nombre de riches familles de Lyon.

Les dépenses que l'on faisait à pure perte étaient énormes ; « on jette l'argent par brouettées dans » le Rhône », disaient les Lyonnais; faisant allusion à des terrassemens à la brouette, détruits par les eaux aussitôt qu'établis.

Les travaux pour le canal, pour la destruction de la digue devant l'hôpital, pour la consolidation de la rive gauche du fleuve, pour des défenses directes et à talus très-inclinés, pour être à l'abri de la corrosion et les travaux pour la formation des deux îles, pourraient être faits dans un même tems. Seulement, on aurait grand soin de tenir en avant de ceux de la prise d'eau du canal, un fort bâtardeau provisoire, à cause de la disposition qu'a le rocher de la Pape, devant lequel cette prise d'eau serait établie, à jeter les vives eaux sur elle ; disposition, qui après l'exécution des travaux, serait avantageuse au canal.

Deux sections de lit *distinctes* formeraient le profil du canal projeté : une section inférieure, dans laquelle s'écoulerait en tout tems les eaux ordinaires du Rhône, et une section supérieure destinée à écouler seulement les eaux de ses grandes crues.

La parfaite connaissance d'une section naturelle du lit du Rhône, établie partout où les eaux coulent sans obstacles incorrosibles de fond et de berges, directement ou sans remous, et dans tous les points *de la section*, donne celle du vrai régime de ce fleuve, ou de l'effet total de son action.

Le carré de la section cherchée, et la vitesse moyenne des eaux, *sur le même point de lit*, fournissent les données du calcul dudit régime et de ladite action.

Le régime du Rhône serait partagé en quatre sections ; deux entre les îles et les rives du fleuve, et deux sur le canal.

Des sections du canal, qui seront connues, on arrivera à la connaissance du carré des sections du Rhône par les îles, et à celle de la largeur à donner à ces îles, soit qu'on les fasse franchir par les crues, soit qu'on les élève à la hauteur des quais de Lyon, pour les orner de bâtisses et pour les utiliser à raccourcir des ponts, que plus de communications avec les Brotteaux, ou la nouvelle partie de la ville, rendra nécessaires.

Dans ce dernier cas, les deux canaux, ou deux sections par les îles, diviseraient seuls la portion du régime du Rhône, laissée par les sections du canal.

De l'établissement d'un cours direct des eaux du Rhône, et du calcul exact du partage de son régime dans les sections projetées, augmenté *seulement* un peu dans la section haute du canal, tout l'effet funeste des crues serait paralysé, pendant que tout atterrissement génant ou malfaisant serait enlevé parla nouvelle action des eaux entre les îles et les bords du fleuve, du côté de Lyon et du côté opposé.

La largeur la plus convenable à donner à la section inférieure, ou basse, viable en tout tems, pourrait être de quatre-vingt-quatre pieds; largeur propre pour le passage aisé des grands bateaux du Rhône et de la Saône, entre deux autres bateaux attachés, ou qui suivraient ses berges.

Le fond de cette section de canal serait à la même profondeur que le fond du Rhône. Ses berges ou quais seraient élevés : celui de la rive droite du côté de Lyon, à la hauteur des crues, celui de la rive gauche à la seule hauteur d'un pied ou deux, au-dessus du niveau des eaux les plus ordinaires du fleuve.

Toutes les fortes crues surmonteraient ce quai, pour s'étendre et s'écouler facilement dans la

section supérieure du canal, laquelle pourrait avoir trois ou quatre cents pieds de largeur, et être en quelques points limitée par des chaussées naturelles, les balmes viennoises ; et en d'autres, par de solides levées, établies avec des talus inclinés.

Il est presqu'inutile que je dise, que le fond de cette section supérieure du canal (qui pourrait servir de promenade, hors le seul tems des fortes crues) serait à la même hauteur que le quai.

Le fond de la section inférieure, ou le canal proprement dit, (car la section supérieure ne servirait que comme un débouché du trop plein du Rhône, tandis que les îles soutiendraient toute sa force d'action nécessaire pour opérer le bien) ce fond, dis-je, serait fortifié dans l'amont du canal, par un radier en carreaux de meulière posés de champ, avec mortier de ciment, ou de chaux hydraulique, qui s'étendrait de deux ou trois cents mètres à l'aval du radier en pierre de taille de la prise d'eau.

Le cours des eaux du canal serait libre en tout tems, c'est-à-dire qu'il ne serait maitrisé par aucune écluse. Seulement on tiendrait auprès de la prise d'eau divisée en deux parties, un barrage-volant, ou deux *bateaux-portes*, pour la fermer au besoin, soit pour réparer quelques parties du canal, soit pour donner momentanément au Rhône, pendant

le tems des crues, ou en d'autres tems, un surcroît de volume d'eau, qui pourrait lui être nécessaire sur quelques points pour détruire les racines de nouvel atterrissement qui tendrait à se former, ou quelque fond d'ancien atterrissement plus raffermi par la gravitation que les parties supérieures; ce qui pourrait s'opérer sans inconvénient, d'après la disposition *de l'ensemble* des travaux qui donnerait toute sûreté pour gouverner à volonté l'action des eaux.

La prise d'eau aurait la même largeur que le canal, mais elle serait partagée en deux parties égales, par une pile de maçonnerie en pierre de taille de douze pieds d'épaisseur et quarante de longueur environ, avec becs arrondis.

Le bec d'amont formerait à six pieds de son extrémité, une rentrée de chaque côté de dix-huit pouces environ sur les paremens latéraux du corps de la pile, ou deux angles rentrans contre lesquels viendrait s'appuyer et se soutenir, sous la poussée des courans, une des têtes des bateaux-portes, tandis que leur autre tête, s'appuyerait contre deux angles semblables en rentrée du parement des bajoyers, sur la direction des rives du canal.

Par cette disposition, le placement ou le déplacement d'un tel barrage, fait à moitié, ou en entier, serait aisé.

Il est entendu, que les têtes des bateaux-portes, seraient, ainsi que les faces des ressauts en pierre, à les appuyer, avec paremens, ou revêtemens verticaux.

Ces bateaux à fond plat, seraient lestés de manière à ne flotter que de quelques pouces au-dessus du radier, sur lequel il seraient conduits, pour qu'avec un surcroît de charge ou de lest, ils puissent être assis dessus en un moment; surcroît de charge qu'on enlèverait pour les flotter et les écarter des entrées du canal, après leur office.

Un tel barrage volant, serait plus convenable que des portes éclusières, et que tout autre travail, à cause des graviers que le Rhône fait courir.

La formation de deux îles dans le Rhône se ferait ainsi :

Au tems des plus basses eaux, on placerait à leur pourtour (excepté à leurs becs d'amont laissés provisoirement ouverts, pour recevoir le gravier descendu par le Rhône), une file de pieux jointifs, dont la tête ne s'élèverait que de deux à trois pieds du fond du lit, mais qui aurait le plus de fiche possible.

On ferait usage de chasse-pieux pour les enfoncer sous l'eau.

Après que cette ligne de pieux aurait décidé la formation en atterrissement de la base des îles, on battrait, en rentrée de quatre à cinq pieds à

cette ligne, une deuxième ligne de pieux plus élevés, espacés par des palplanches et assurés ensemble par des ventrières, ou liernes moisées.

Cette file de quatre pieds environ plus haute que la première, serait liée avec elle par des moises inclinées, lesquelles recevraient des revêtemens en madriers à parementer les talus des bords des îles.

Pendant le même travail et lors des plus basses eaux, on placerait avec soin un rang de gros enrochemens pour former et garantir le pied de ces talus.

Lorsque les dépôts d'atterrissemens par le Rhône, auraient cessé dans les îles par l'effet de quelque élévation des matières renfermées, on construirait les becs d'amont et on réglerait le haut des îles, en les consolidant par des paremens toujours inclinés.

Voilà dans l'état présent des choses, l'idée d'un projet de travaux les plus convenables pour améliorer *efficacement* le lit du Rhône, dans la longueur de Lyon et de la levée Perrache, pour garantir les Brotteaux contre les grandes crues du fleuve et pour procurer à Lyon un nombre d'autres avantages importans.

Je pourrais appliquer les principes hydrauliques, dont j'ai parlé dans le présent ouvrage, à des travaux légers et autres, nécessaires dans

plusieurs rivières de France désordonnées, par des obstacles opposés au cours de leurs eaux; tant par l'art que par des accidens naturels, et sujettes à de grandes inondations; il serait facile, par exemple, de débarrasser le lit de la Garonne, depuis Toulouse jusqu'à Bordeaux, des ensablemens mouvans qui tombent, tantôt sur une *passe d'eau*, tantôt sur une autre, et, en les encombrant, échouent fréquemment les bateaux chargés; c'est-à-dire qu'il serait facile par des ouvrages légers, bien entendus, de fixer une profondeur nécessaires sur les passes, entre des bancs excessivement étendus, par manque de tout soin. Mais comme tout ce que je pourrais écrire, ne pourrait (sans des profils et des plans détaillés, levés sur les localités), former que des projets incomplets; je laisse aux personnes résidant sur les lieux maltraités, le soin d'exploiter mes idées. Avec quelque pénétration, et sans le besoin d'une théorie, plus fatale qu'utile en hydraulique, il leur sera facile de tirer de l'expérience de la nature dévoilée en peu de mots dans ce Traité, toutes les données nécessaires pour de bons projets.

J'en dis autant des projets de travaux d'art à améliorer les entrées des ports maritimes. Quantité de tels travaux, que j'ai vus dans l'étranger, exécutés d'après de bons principes, pourraient

éclairer ce j'ai dit dans le deuxième chapitre, que pour débarrasser les entrées de ces ports, des barres ou ensablemens qui tendent à les fermer, et pour maintenir constamment ces entrées, assez profondes (lorsque ces ports jettent des courans à la mer, et que ces courans rencontrent quelque courant du littoral maritime, qui entraîne, avec l'aide des flots, des matières provenant de la destruction des côtes ou d'un refoulement sur le rivage de celles du fond de la mer), il faut que sur le côté de l'entrée, ou bouche de port, opposé à celui de l'arrivée du courant de la côte, on construise une digue ou un môle plus avancé en mer, que le point de côte touché par ce courant, avant de rencontrer celui qui sort du port, afin que cette digue plus avancée et un peu penchée vers l'entrée, soutienne le confluent des deux courans sur elle, y retarde leur échappée, y gonfle leurs eaux, les tourne en rémous et les actionne assez pour qu'elles creusent de fond, et jettent les matières fouillées à un point de mer, tenu profond par l'action des flots.

Quelques exemples vont éclairer ce dire. L'entrée de Sinigaglia, dans la Romagne, alimentée par les eaux de la rivière *il Montalboto*, est formée par deux digues en mer très-penchées vers elle; celle du côté de l'arrivée du courant du littoral est de quatre-vingts pieds *plus courte* que l'autre.

Le port de Pesaro, alimenté par la rivière la *Foglia*, a également deux digues qui règlent son entrée; celle du côté opposé à l'arrivée du courant de la côte, de *deux cents pieds* plus longue que l'autre. Ces deux petits ports ont un fond d'entrée fixe.

Il en est autrement de l'entrée du port de Rimini, alimenté par la *Marechia*, quoiqu'elle soit ment avancée en mer par deux digues de trois cent soixante pieds.

Comme ces digues ont une même longueur, il résulte qu'à la suite de chaque orage de mer, une barre qui tend à doubler leurs musoirs, se trouve relevée, et ferme l'entrée du port

Cet état de choses reste ainsi plusieurs jours, plusieurs semaines, jusqu'à ce que le courant de la rivière ait creusé sur la barre; cependant les eaux de la Marechia sont plus fortes que les eaux des deux rivières qui sortent des ports de Sinigaglia et de Pesaro. C'est comme on voit la bonne disposition des travaux (disposition que j'ai indiquée), qui font la bonne entrée d'un port.

Le port de Commachio, alimenté par des eaux qui sortent de lagunes de plusieurs lieues d'étendue, lors de la marée descendante, a son entrée formée par des digues disposées (par rapport à la même côte), de même que celle des

ports de Sinigaglia et de Pesaro ; mais les effets ont été tout différens ; l'entrée du port est comme comblée, elle ne permet plus le passage qu'à de petits bateaux. En voici la raison : on n'avait point remarqué que le port de Commachio se trouvait entièrement sous l'abri des courans directs de la mer, par les dépositions du grand Po, lesquelles s'étendent à plusieurs lieues en mer, et tournent lesdits courans, de manière qu'ils sont rétrogrades sur la côte devant l'entrée du port.

Si pendant notre domination, en Italie, nos hydrauliciens eussent examiné, sur les entrées des ports précités, les causes des effets différens par leurs digues, ils n'auraient pas projeté sur l'entrée du port de Malamorco, près Venise, une digue du côté de l'arrivée du courant du littoral, plus longue qu'une autre digue, à placer du côté de l'échappée du même courant.

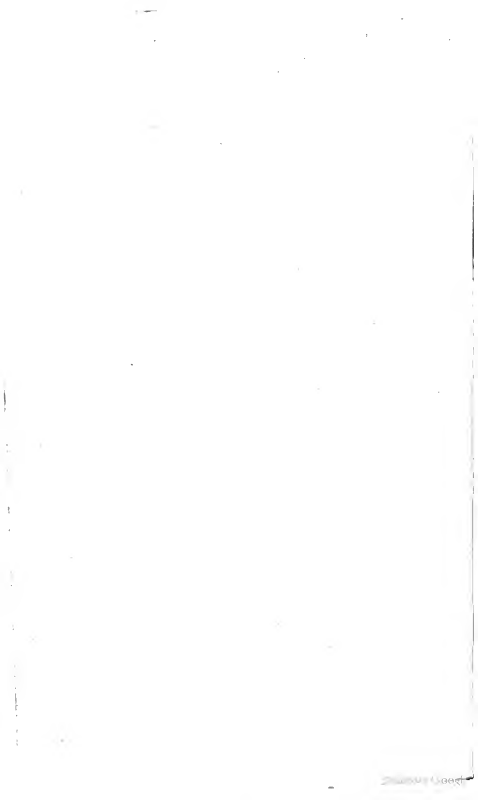
RÉSUMÉ.

Les principes établis dans ce petit Traité sont *principalement* applicables :

1º Au mode de défendre les berges des rivières pour prévenir les inondations, et pour gouverner à volonté l'action des eaux courantes, par des talus bien inclinés, et par des paremens verticaux ;

2° Au mode facile de *détruire* les alluvions qui barrent les entrées des ports maritimes, et de *prevenir la reproduction* de ces grands obstacles pour la navigation.

FIN.




BIBLIOTECA